



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL REGIONAL DE ALTA
ESPECIALIDAD DEL BAJÍO**

Correlación entre el diámetro de la vaina del nervio óptico medido por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**Especialista en Imagenología Diagnóstica y
Terapéutica**

P R E S E N T A :

Dr. Delia López Arellanes

DIRECTORES DE TESIS:

Dr. Rodolfo Zavaleta Antúnez

Dr. Jaime Iván Castro Macías



**HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD**

BAJÍO

LEÓN, GUANAJUATO. OCTUBRE 2022



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.

ÍNDICE

1	AGRADECIMIENTO.....	2
2	RESUMEN.....	3
3	ANTECEDENTES.....	4
3.1	EPIDEMIOLOGIA.....	4
3.2	FISIOPATOLOGÍA.....	4
3.3	COMPLICACIONES.....	6
3.4	PRONOSTICO.....	7
3.5	EL PAPEL DEL ULTRASONIDO OCULAR.....	7
4	JUSTIFICACIÓN.....	10
5	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
6	OBJETIVOS.....	11
7	HIPÓTESIS.....	12
8	DISEÑO.....	12
9	TIPO DE ESTUDIO.....	12
10	MÉTODOS.....	13
11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
12	RESULTADOS.....	21
13	DISCUSIÓN.....	27
14	CONCLUSION.....	29
15	ASPECTOS ÉTICOS.....	30
16	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
17	BIBLIOGRAFIA.....	33
18	ANEXOS INCLUIDOS EN EL PROYECTO.....	34
18.1	HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE.....	34
18.2	CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	35

1 AGRADECIMIENTO

A mi mamá, mi más grande héroe, quien trabajo conmigo este proyecto y quien me ha enseñado con su ejemplo que independientemente de las circunstancias, ¡siempre se puede! Mi infinito agradecimiento a ella, a mi familia y a todos los que me han animado siempre a seguir adelante y nunca dejar de sonreír.

2 RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue establecer la correlación entre la diferencia de las mediciones del DVNO por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en hemorragia subaracnoidea no traumática, se realizó un estudio observacional, prospectivo longitudinal durante 6 meses, con una muestra de 22 pacientes. Obteniendo una diferencia estadísticamente significativa y con un valor de eta al cuadrado alto, tanto en las medias obtenida en cada uno de los días como en la relación con la aparición o no de complicaciones neurológicas. EL DVNO parece ser una herramienta potencial fiable y reproducible como complemento para el seguimiento en pacientes con hemorragia subaracnoidea cuando la monitorización invasiva no es posible o no es posible.

3 ANTECEDENTES

3.1 EPIDEMIOLOGIA

La hemorragia subaracnoidea (HSA) es una emergencia neurológica debida al sangrado en el espacio subaracnoideo. La mortalidad puede llegar al 50%. La causa más común es traumática; Aproximadamente el 80% de las HSA no traumáticas se deben a la ruptura de un aneurisma, y el resto a una hemorragia perimesencefálica idiopática u otras causas menos comunes, que incluyen neoplasias, malformaciones vasculares, infecciones y trombosis.(1) La hemorragia subaracnoidea por aneurisma es una afección con una variación de incidencia considerable en todo el mundo. Finlandia es el país con mayor incidencia, con 22,5 pacientes por cada 100.000 habitantes. Por otro lado, China tiene una incidencia de 2/100.000. EE.UU. reporta 14,5 pacientes por 100.000 habitantes.(2) La mayoría de las HSA por ruptura de un aneurisma por lo general no son congénitos. La mayoría nunca se rompe y surge en sitios de ramificación arterial, específicamente el polígono de Willis en la circulación anterior.(1)

En caso del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, de acuerdo con la base de datos del departamento de epidemiología, entre el 2020 y 2021 se atendieron 149 pacientes en el servicio de hemodinamia, de los cuales 80 (53%) fueron por patologías que presentan como complicación hemorragia subaracnoidea, las más frecuentes aneurismas, malformaciones vasculares tumores y trombos, tomando en consideración que fue un periodo atípico en la atención medica por la pandemia COVID 19.

3.2 FISIOPATOLOGÍA

Los mecanismos fisiopatológicos de la HSA incluyen lesión cerebral temprana e isquemia cerebral tardía, incluido el vasoespasma cerebral. Inmediatamente después de la HSA, se produce una lesión cerebral temprana, con una duración de hasta 72 h. Las principales células que contribuyen a la respuesta inflamatoria del sistema nervioso central son la microglía y los astrocitos. Las células de la microglía son inmunocompetentes y fagocíticas, mientras que los astrocitos pueden sintetizar y secretar factores como citocinas y quimiocinas después de la HSA, lo que provoca

lesión cerebral temprana. Otros mediadores inflamatorios son los leucocitos secretores de citoquinas que son activados por los radicales libres y la hemoglobina extravascular y sus lisados. Las citoquinas fuertemente asociadas con lesión cerebral temprana son IL-1 α , IL-1 β , IL-6, IL-8 y TNF- α . La inducción de la expresión de MMP-9 mediada por IL-1 β , IL-6 y Jun N-terminal kinase (JNK) se regula positivamente después de HSA con un pico temprano alrededor de las 6 h y una segunda elevación entre 48 y 72 h. (3)

Esta serie de eventos se caracteriza por constricción microcirculatoria, microtrombosis, ruptura de la barrera hematoencefálica, edema vasogénico y citotóxico, endotelio y muerte neuronal. (2)

Como se sabe y se ha estudiado, el diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) está relacionado con la presión del líquido cefalorraquídeo (LCR).(4)

EL LCR circula por la vaina del nervio óptico distendiéndola, caracterizado por su anatomía en fondo de saco, por lo que existirá aumento del DVNO principalmente en su parte anterior (retrobulbar) en casos de elevación de la presión intracraneal, siempre que no exista obstrucción; ya que la envoltura meníngea que rodea al nervio óptico funciona como continuación del espacio dural y subaracnoideo. (4)(5) Por lo que es fácil concluir que existe una relación directamente proporcional entre la presión perióptica del LCR y la PIC.

En el caso específico de hemorragia subaracnoidea la PIC elevada fuerza la sangre intracraneal hacia el espacio subaracnoideo del nervio óptico, que se acumula en el compartimiento itraorbitario, provocando la dilatación de la vaina dural conforme se llena el espacio subaracnoideo (6), Debido a que el nervio óptico se encuentra principalmente en la fosa craneal anterior, la DVNO puede reflejar bien la PIC en caso de hemorragia intracraneal (HIC) que ocurre en la circulación anterior del sistema vascular intracraneal, sin embargo, no se sabe si la PIC de la parte posterior (7); la literatura científica no es concluyente, si puede ser útil o no, para la evaluación de aumento de la PIC en los casos de hemorragia subaracnoidea. (6)(7).

3.3 COMPLICACIONES

Para los pacientes que llegan al hospital, las complicaciones tempranas de la HSA representan la mayor parte de la mortalidad, lo que incluye nuevas hemorragias, vasoespasmo, convulsiones, aumento de la presión intracraneal (PIC) y complicaciones cardíacas, como lo reporta la literatura. (1)

El aumento transitorio de la presión intracraneal es la causa de las náuseas, los vómitos y el síncope, y puede relacionarse con complicaciones cardíacas y pulmonares adicionales después de una hemorragia subaracnoidea.(8)

A manera de resumen las principales complicaciones de la HSA incluyen:

Resangrado

Vasoespasmo cerebral que conduce a isquemia cerebral inmediata

Hemorragia intracraneal

Crisis epilépticas

Disfunción cardiopulmonar

Alteraciones electrolíticas

Las complicaciones no neurológicas de la SAH (p. ej., anemia, hipertensión, hipotensión, hiperglucemia, trastornos electrolíticos, insuficiencia cardíaca y arritmias) se desarrollan en más de la mitad de los pacientes y afectan negativamente el resultado.(9)

Ciertos hallazgos de imagen y características clínicas sugieren la presencia de hipertensión intracraneal. Los hallazgos relevantes de la tomografía computarizada incluyen cisternas basales comprimidas, borramiento difuso de los surcos y pérdida difusa de diferenciación entre la sustancia gris y la blanca, aunque la PIC puede estar elevada sin ninguno de estos hallazgos. Las características clínicas sugestivas incluyen edema de papila, parálisis bilateral del sexto nervio y nueva parálisis del tercer nervio en un paciente comatoso. El diagnóstico definitivo requiere la colocación de un monitor de PIC invasivo. La decisión de colocar un monitor de PIC debe ser guiada por neurocirugía siempre que haya consulta

disponible. La mayoría de los datos sobre el manejo de la PIC elevada se derivan de la literatura sobre HIC, una condición en la que comúnmente ocurre la elevación de la PIC.

Aunque falta el apoyo de ensayos controlados aleatorios, la Brain Trauma Foundation ha publicado pautas para la colocación de un monitor de PIC, que recomendamos seguir en pacientes con HSA siempre que sea posible.(10). En ultrasonido se considera que el paciente tiene una tendencia DVNO inestable si las variaciones (aumento o disminución) de la DVNO media (izquierda o derecha) estaban por encima del 5% (11) (12).

3.4 PRONOSTICO

El pronóstico se predice por el nivel de conciencia y el examen neurológico en la evaluación inicial, la edad del paciente (los pacientes más jóvenes experimentan un mejor resultado) y la cantidad de hemorragia en la imagen inicial (mayor hemorragia asociada con un peor resultado). La tomografía (TC) de cráneo sin contraste es el principal medio de diagnóstico; Los escáneres de primera generación demostraron una sensibilidad del 92 % dentro de las 24 horas posteriores al inicio del dolor de cabeza, pero los escáneres de generación más avanzada alcanzan una sensibilidad del 100 % si se completan dentro de las 6 horas posteriores al inicio de los síntomas.(1) Además de que no solo es útil para diagnóstico, si no para corroborar la aparición de alguna de las complicaciones antes mencionadas por deterioro neurológico.

3.5 EL PAPEL DEL ULTRASONIDO OCULAR

El ultrasonido ocular para la medición del DVNO es una técnica descrita desde la década de los 80's, con una gran cantidad de evidencia científica en la detección de elevación de presión intracraneal(13)(14)(15)(16).

Históricamente la medición del DVNO y la técnica de Doppler transcraneal han sido utilizada en distintos escenarios y se ha investigado cada vez más como un método no invasivo para la detección y monitoreo de la elevación de la presión intracraneal,

especialmente en caso de lesión cerebral traumática grave(15)(16)(17)(7)(18), además de otras patologías como hemorragia intracraneal e infartos cerebrales extensos. Al ser una técnica no invasiva, se evitan complicaciones como hemorragias e infecciones agregadas por la colocación de instrumentos invasivos, las cuales son el estándar de oro para el cálculo de la presión intracraneal. Con el desarrollo de nuevas tecnologías ha convertido los estudios imagenológicos en una buena opción y entre ellos el ultrasonido en una herramienta accesible y confiable para su uso práctico en la detección de situaciones de emergencia por elevación de la presión intracraneal(13). A pesar de los grandes avances en esta área, la literatura actualmente no permite hacer afirmaciones definitivas de la técnica y la reproducibilidad de la técnica.(19)

Existen otros métodos imagenológicos para la medición de la DVNO como la tomografía o resonancia magnética de cráneo, sin embargo, los costos elevados, accesibilidad, el traslado del paciente a otra área para realizarlos y la radiación en el caso de la tomografía, hacen que no sea útil, práctico ni reproducible la medición del DVNO por estos métodos en el seguimiento de estos pacientes. (11,16)

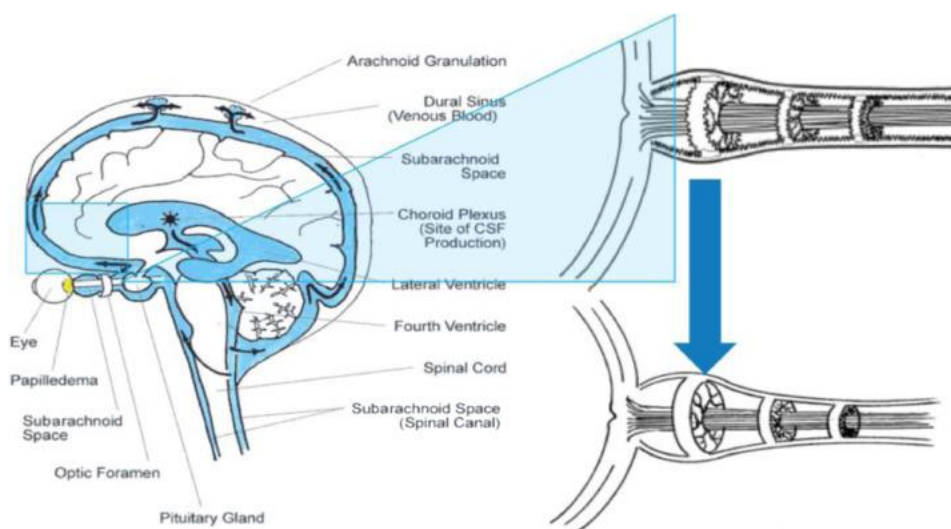


IMAGEN 1. Dibujo esquemático del nervio óptico antes y después del cambio de presión en el espacio subaracnoideo (SAS). La figura de la izquierda muestra la condición a bajas presiones relajadas de pequeño diámetro de la vaina del nervio óptico (ONSD) con trabéculas presumiblemente plegadas. La figura de la derecha describe la situación con presión aumentada y vaina dilatada, correspondiente a ONSD elevada y trabéculas tensas. Las fuerzas restauradoras, explicadas únicamente por las propiedades de la duramadre y las trabéculas, son efectivas solo dentro de un

rango de trabajo elástico. Por encima de este rango de operación, ocurre una deformación plástica.(13)(20)

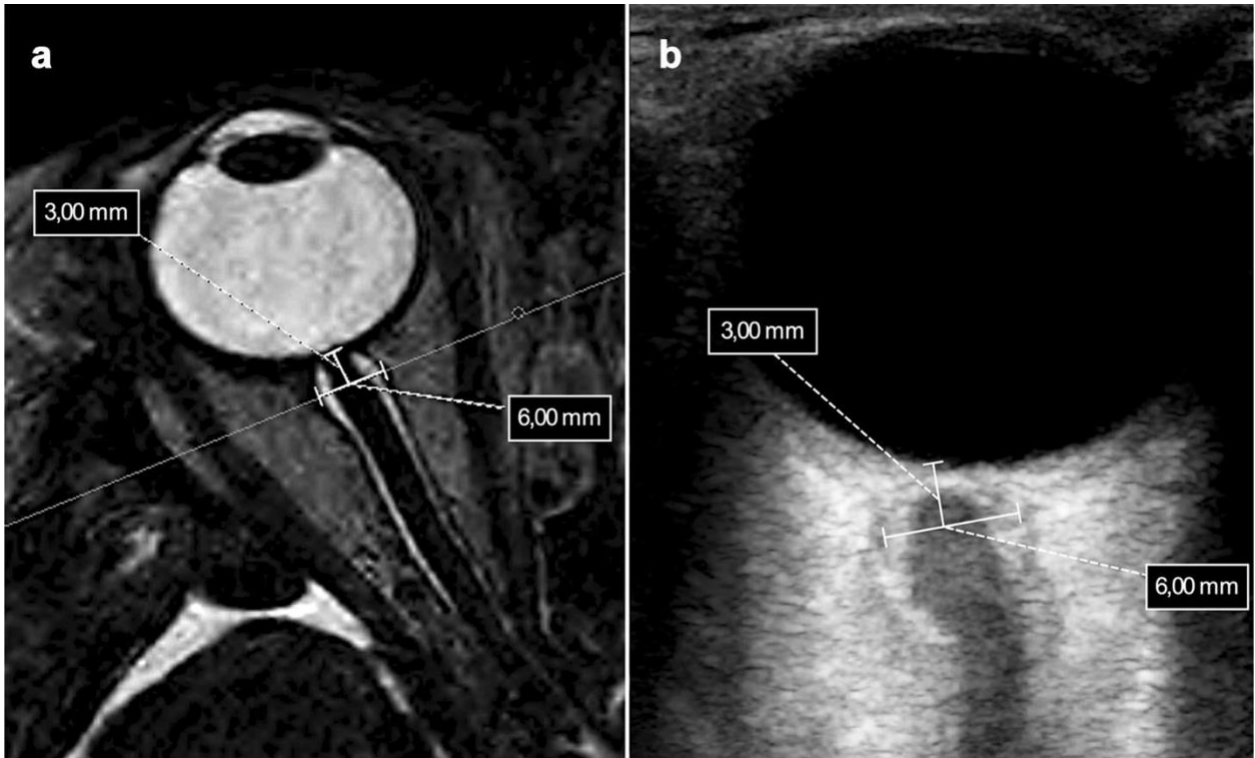


IMAGEN 2. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por resonancia magnética (**a**) y ultrasonografía (**b**). RM-ONSD (panel A): se obtuvieron reconstrucciones multiplanares para evaluar la ONSD bilateralmente, 3 mm por detrás del globo óptico en los planos axial y coronal (es decir, respectivamente paralelo y perpendicular al eje de los nervios ópticos). US-ONSD (panel B): ONSD se evaluó 3 mm detrás del globo óptico. Para medir la ONSD, se midió la distancia entre los bordes externos del área hiperecogénica que rodea al nervio óptico. Los cursores del calibrador se colocaron en el contorno exterior del ONS, perpendiculares a su eje longitudinal.(4)

4 JUSTIFICACIÓN

El incremento de la presión intracraneal (PIC) es la complicación más grave y uno de los principales objetivos a tratar en el paciente neurocrítico. Los estudios de neuromonitoreo son costosos y requieren un entrenamiento específico de alta especialidad. La elevación de la PIC es una emergencia tanto médica como quirúrgica.(14)(11).

El incremento de la PIC está asociado a mayor mortalidad. Los datos experimentales y clínicos indican que el aumento repentino de la PIC inmediatamente después de la ruptura del aneurisma y la consecuente HSA, impacta en la presión de perfusión cerebral (PPC) e isquemia global. Sin embargo, la PIC alta también es frecuente en la primera semana después del sangrado y se asocia con una mayor mortalidad. La monitorización de la PIC después de la HSA puede, por lo tanto, ser fundamental para disminuir el riesgo de complicaciones y la toma de decisiones que impactan en el pronóstico a largo plazo (4).

En circunstancias en las cuales no es factible o no están disponible los métodos invasivos para la medición de la PIC otras estrategias pueden ser útiles tales como el USG a través de la medición de la vaina del nervio óptico (DVNO), ya que puede ser un método útil para monitorizar PIC en diferentes escenarios clínicos (14)(18).

La medición del DVNO es una herramienta sensible para la detección del aumento de PIC, a pesar de que no existen protocolos estandarizados y valores de referencia en diferentes poblaciones (5)(7). Por lo anterior la medición del DVNO por ultrasonido podría ser utilizado como método de apoyo en el seguimiento en estos pacientes.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se espera encontrar una correlación significativa entre el DVNO y la presencia de complicaciones neurológicas, como un método de apoyo en el seguimiento de pacientes con hemorragia subaracnoidea. Por lo anterior se genera la siguiente pregunta de investigación.

¿Existe correlación entre el DVNO medida por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática?

6 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Establecer la correlación entre la diferencia de las mediciones del DVNO por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática del Hospital General de Alta Especialidad del Bajío.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar la diferencia de las mediciones del DVNO por ultrasonido al ingreso, a las 24 y 72hrs durante el seguimiento en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática.
- Analizar la frecuencia de las complicaciones de los pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática.
- Describir las características demográficas y clínicas de los pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática.

7 HIPÓTESIS

Ho: Existen correlación entre la diferencia de las mediciones del DVNO por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática.

Hi: No existen correlación entre la diferencia de las mediciones del DVNO por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática.

8 DISEÑO

- INVESTIGACIÓN CLÍNICA
- INVESTIGACIÓN BÁSICA
- INVESTIGACIÓN SOCIAL/EDUCATIVA
- INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA

9 TIPO DE ESTUDIO

- OBSERVACIONAL
- EXPERIMENTAL
- RETROSPECTIVO
- PROSPECTIVO
- LONGITUDINAL
- TRANSVERSAL
- OTRO, CUÁL:

10 MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO:

POBLACIÓN ELEGIBLE.

Se estudiarán a todos los pacientes adultos con el diagnóstico de hemorragia subaracnoidea no traumática que sean referidos al Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío al servicio de neurocirugía en un periodo comprendido de 4 meses, (febrero - agosto del 2022).

Se determino el tamaño de muestra por diferencia de medias con la herramienta digital llamada: *suite epidemiológica* anidada en la red <https://www.openepi.com/SampleSize/SSMean.htm> dando como resultado un mínimo de la muestra de 16 determinaciones de DVNO iniciales y 16 finales (un total de 16 pacientes) en las primeras 72hrs. Este tamaño de la muestra permitirá identificar un incremento del DVNO al considerar un índice de confianza del 95%, una potencia del 80% y una varianza de 0.06. (21)

CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Pacientes Mayores de 18 años que ingresen con el diagnostico de hemorragia subaracnoidea no traumática.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN.

Traumatismo ocular o enfermedad que involucre el nervio óptico.

Pacientes con hemorragia subaracnoidea de origen tumoral, por ser un padecimiento que por sí solo genera hipertensión endocraneal crónico.

CRITERIOS DE EXCLUSION:

Pacientes que fallecen en las primeras 72hrs de ingreso hospitalario.

Pacientes donde el seguimiento se realizará en otra institución hospitalaria, por lo que no se podría conocer el desenlace.

Pacientes que por alguna causa retiran el consentimiento.

VARIABLES

VARIABLES CUALITATIVAS			
VARIABLES	TIPO	ESCALA DE MEDICION	FUENTE
Genero	Nominal dicotómica	Femenino / Masculino	Expediente clínico
Complicaciones neurológicas	Nominal dicotomica	Presentes / No presentes	Expediente clínico
Escala VASOGRADE	Ordinal	Verde, amarillo o rojo.	Expediente clínico

VARIABLES CUANTITATIVAS			
VARIABLES	TIPO	ESCALA DE MEDICION	FUENTE
Edad	Numérica discreta	Años	Expediente clínico
Diámetro de la vaina del nervio óptico	Numérica continua	Medida en milímetros.	Imágenes de ultrasonido ocular y en tomografía.
Escala de coma de Glasgow.	Numérica discreta	Puntuación mínima 3, puntuación máxima 15.	Expediente clínico
Escala de Fisher	Numérica discreta	Puntuación mínima 1, Puntuación máxima 4.	Tomografía de cráneo
World federation of neurological surgeons (WFNS)	Numérica discreta	Puntuación mínima 1, Puntuación máxima 5.	Expediente clínico
Hunt y Hess	Numérica discreta	Puntuación mínima 1, Puntuación máxima 5	Expediente clínico

Definición operacional:

- **Edad:** Temporalidad de vida extrauterina medida en años al momento de la toma de las mediciones.
- **Sexo:** Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino.
- **Complicación:** se definieron como cualquier:
 - (1) empeoramiento del estado clínico del paciente, incluido el estado médico, el estado neurológico.
 - (2) la necesidad de nuevos medicamentos, tratamientos o intervenciones.
 - (3) hallazgos patológicos nuevos o progresivos descritos por neuroimagen (tomografía computada de craneo, resonancia magnética (MRI), angiografía por sustracción digital, rayos X).
 - (4) alteraciones en paraclínicos, pruebas de laboratorio que incluyen LCR y microbiología.(22)

Las complicaciones neurologicas de la hemorragia subaracnoidea son:

Re-sangrado, hidrocefalia, convulsiones, isquemia cerebral y edema cerebral.

- **Diámetro vaina nervio óptico:** medida de distancia entre los límites externos de dos delgadas líneas hiperecogénicas bilaterales que rodean al nervio óptico (hipoecogénica) tomada 3 mm posteriores al disco óptico y re: presenta el espacio subaracnoideo incluyendo la aracnoides.
- **Escala de coma de Glasgow (ECGE):** escala universal que cuantifica el nivel de consciencia por la respuesta a dos estímulos básicos, la voz y el dolor. Los pacientes obnubilados o en coma grado I corresponden a un ECG de 14-15, se despiertan con la voz y responden completamente. Los pacientes estuporosos o en grado II necesitan un estímulo más fuerte (el dolor) para responder y pueden estar confusos o con lenguaje inapropiado y corresponden a un ECG de 11-13. Los pacientes en coma (grado III) responden fragmentariamente: con un gruñido o sólo con la retirada del miembro, o únicamente entreabriendo los ojos ante el dolor intenso y corresponden a un ECG de 9-10. Un ECG de 8 o menos indica ya un coma profundo y riesgo de depresión respiratoria.(23)

Notas:

1. La ECG debe puntuarse basándose en la mejor respuesta del paciente.
2. La ECG puede ser falsamente baja si uno de los siguientes está presente: shock, hipoxia, hipotermia, intoxicación, estado poscrítico, administración de sedantes.
3. La ECG puede ser imposible de evaluar adecuadamente si el paciente está agitado, no colaborador, afásico o intubado o tiene una lesión facial o medular importante.(24)

Apertura de ojos	
Espontánea	4
Con la voz	3
Con el dolor	2
No los abre	1
Respuesta verbal	
Orientado	5
Confuso	4
Inapropiado	3
Incomprensible	2
Ninguna	1
Respuesta motora	
Obedece una orden	6
Localiza el dolor	5
Retira la extremidad	4
Flexión anormal	3
Extensión anormal	2
Sin respuesta	1

Relación con otras clasificaciones		
Puntuación en la GCS	Obnubilación/ estupor/coma	Grados del coma
15	Normal	Vigil/normal
14	Obnubilación	Grado I
11-13	Estupor	Grado II
9-10	Coma	Grado III
≤ 8	Coma profundo	Grado IV

- Escala de Fisher:** La escala de Fisher valora la magnitud de la hemorragia subaracnoidea (HSA) basándose en la TC craneal:

 1. No sangre, HSA diagnosticada por punción lumbar (PL).
 2. Menos de 1 mm de lámina de HSA en las cisternas.
 3. Más de 1 mm de lámina de HSA en las cisternas.
 4. Hematoma intraventricular o intracerebral, hematoma loculado.
- World Federation of Neurological Surgeons (WFNS):** Escala de valoración clínica que varía de 1 a 5 e incluye dos parámetros para la evaluación: puntuación de coma de Glasgow y déficit focal mayor. Grado 1: paciente con HSA con ECG 15 y sin déficit focal importante; grado 2: ECG 13-15 sin déficit focal importante; grado 3: ECG 13-15 con déficit focal importante; grado 4: ECG 7-12 con o sin déficit focal importante; Grado 5: ECG 3-6 con o sin déficit focal importante. Es un sistema de puntuación bien aceptado y validado, y que predice la mortalidad.
- HUNT Y HESS:** Escala de valoración clínica. Grado 1: cefalea asintomática o leve y ligera rigidez de nuca; grado 2: dolor de cabeza de moderado a intenso, parálisis de nervios craneales (p. ej., III, VI), rigidez de nuca; grado 3: déficit focal leve, letargo o confusión; grado 4: estupor, hemiparesia

moderada a severa, rigidez de descerebración temprana; grado 5: coma profundo, rigidez de descerebración, aspecto moribundo. Si un paciente padece hipertensión, diabetes mellitus, aterosclerosis severa o enfermedad pulmonar obstructiva crónica o tiene vasoespasmo severo en la arteriografía, se agrega un grado a la puntuación total.(9)

- **Escala de VASOGRADE:** una escala simple, semicuantitativa, de 3 categorías, que se desarrolló como un sistema de calificación práctico, fácil de recordar y fácil de usar para predecir el desarrollo de isquemia cerebral retardada. se ha propuesto como una escala de predicción para el desarrollo de DCI basada en la clasificación WFNS (grado de la Federación Mundial de Sociedades de Neurocirugía) y la escala de Fisher modificada (mFS). Los pacientes se dividen en 3 grupos: VASOGRADE-verde (WFNS grados I-II y mFS grados 1-2), VASOGRADE-amarillo (WFNS grados I-III y mFS grados 3-4) y VASOGRADE-rojo (WFNS grados IV-V independientemente del grado mFS). Se demostró que los pacientes con VASOGRADE rojo tenían una probabilidad 3 veces mayor de desarrollar isquemia. (25)(26)

VASOGRADE	WFNS	Modified Fisher scale
Green	1-2	1-2
Yellow	1-3	3-4
Red	4-5	Any

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Este estudio se llevará a cabo en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío durante un periodo desde marzo hasta agosto del 2022. Se Todos los participantes darán su consentimiento informado por escrito, para los pacientes inconscientes, el consentimiento informado se obtendrá por un representante. Se incluirán en el estudio todos los pacientes con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea supratentorial no traumática diagnosticados con estudio tomográfico de cráneo referidos al servicio de hemodinamia del hospital, donde se revalorará la tomografía identificando la magnitud de la hemorragia subaracnoidea mediante la escala de Fisher.

Las variables del estadio clínico como la escala de coma de Glasgow, WFNS y escala de Hunt y Hess se tomarán del expediente clínico.

Todos los pacientes cuentan con estudio tomográfico donde se confirmó el diagnóstico de hemorragia subaracnoidea, mediremos el DVNO en la tomografía y se tomará como variable independiente.

Se documentará la presencia de complicaciones neurológicas presentadas durante la estancia hospitalaria, como desenlace clínico.

Técnica de protocolo ocular ultrasonográfico:

Procedimiento de cuantificación del DVNO para obtener imágenes estandarizadas:

- Acostar al participante en camilla y en poner en posición supina, con angulación de la cabeza a 20-30°.
- Se aplicó de gel para evitar contacto entre gel y córnea, aproximadamente 3 a 5 cc en cada párpado para mejorar la transmisión de las ondas sónicas.
- Pedir al participante tener la mirada fija de frente. En este punto tener en cuenta el fenómeno de Bell para reacomodar la sonda, o solicitar al paciente realizar algunos movimientos oculares hasta obtener la posición anatómica ocular requerida.
- Tomar en consideración el principio ALARA “As Low As Reasonably Achievable” en cuanto a los siguientes factores:
 - Minimización el tiempo: 1 a 5 minutos.
 - Modo B o ultrasonido en escala de grises.

- Transductor lineal con ancho de banda, rango de frecuencias entre 9 y 12 MHz Se pretende equilibrar la penetración, resolución espacial y temporal.
- En general, no sobrepasar los límites superiores del TI = Max (TIS_{as}, TIC) debe ser $\leq 1^{\circ}\text{C}$; intensidad media temporal de pico espacial ($I_{\text{SPTA.3}}$) $\leq 50 \text{ mW} / \text{cm}^2$; y MI $\leq 0,23$ (recomendación de la FDA), sobre todo cuando sea necesario uso de Doppler color o power para mejor ubicación anatómica del nervio óptico. Esto no se hace de rutina y de llegar a hacerse la exposición es de segundos.).
- Observar el globo ocular completo y central con una profundidad entre 35 y 45mm que aseguren la visualización de las estructuras anatómicas de interés.
- El foco debe estar entre 20 a 30 mm en el lugar donde coincida o intercepte con la dirección del nervio óptico para la toma de medidas. Todo depende de la variabilidad anatómica de cada participante.
- Acomodar las ganancias entre 55 a 65% para establecer un brillo adecuado.
- Rango dinámico de 50 a 55.
- Se realizó la medición a 3 mm posteriores de los globos oculares desde la papila óptica (medición 1) en dirección al trayecto del nervio óptico, medir DVNO (medida 2). Se cuantificó el diámetro de cada lado dos veces por día (4 mediciones por día) y se presentará como la media.

Se utilizó un transductor portátil lineal **wifi SONOWIRELESS plus**, usando una Tablet HUAWEI MediaPad T5 para la proyección de imágenes (Imagen 3).

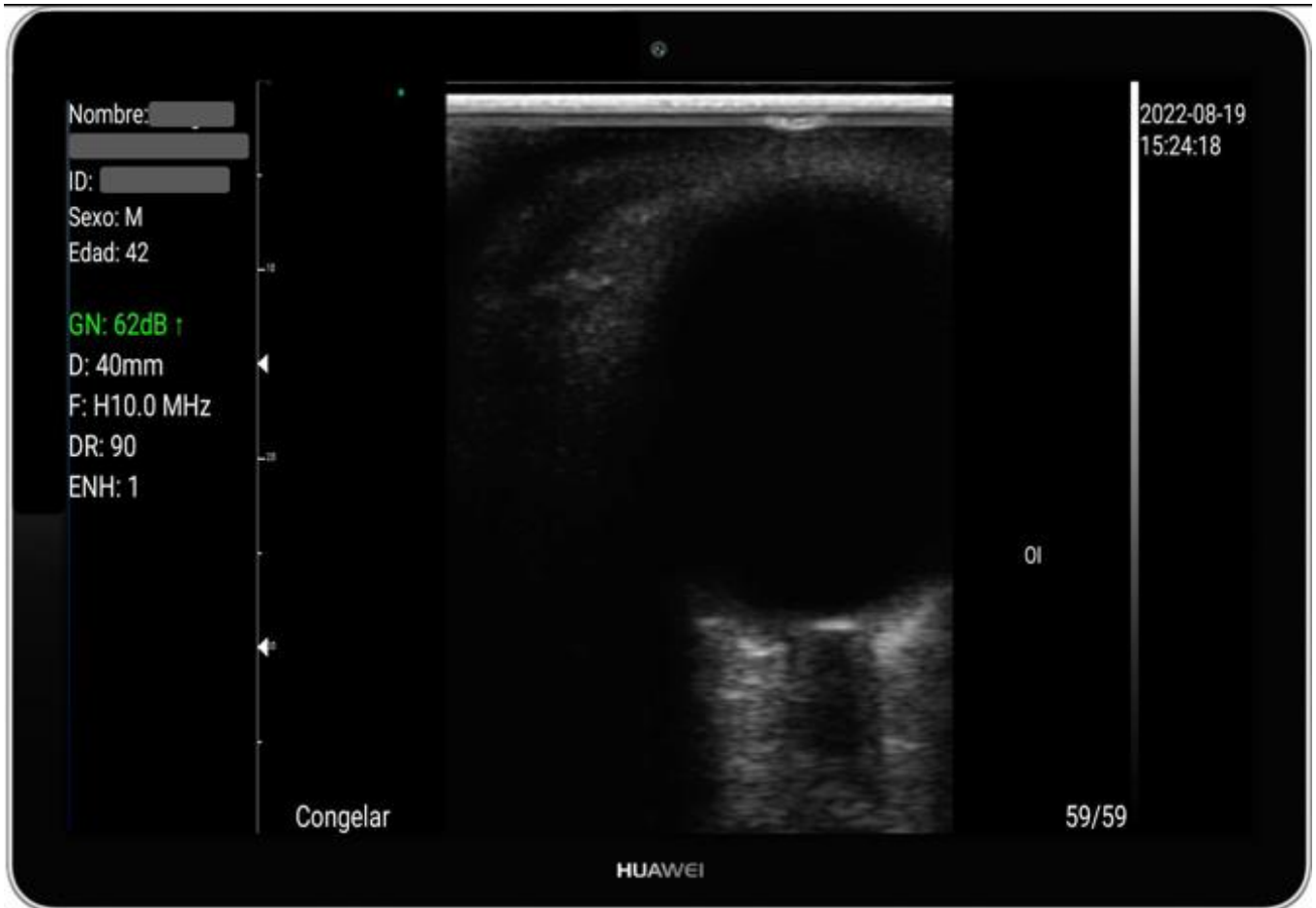


IMAGEN 3. Equipos utilizados para la evaluación del DVNO. 1. Transductor lineal *wifi SONOWIRELESS plus*. 2. Tablet HUAWEI MediaPad T5. 3. Imagen de ultrasonido del globo ocular donde se observa el trayecto del nervio óptico y la vaina delimitada por un halo hipoecoico.

11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En las variables numéricas se calculó medidas de tendencia central con un IC de confianza al 95% estableciendo los límites de normalidad para cada variable. Las variables categóricas se presentan con frecuencia y porcentaje; las variables numéricas como medidas de rango intercuartil o intervalos de confianza. Se dividieron los pacientes en dos grupos en base a la presentación o no de complicaciones, se determinó la normalidad de los datos con prueba de Shapiro-Wilk con un IC de confianza al 95. Se cumplió además el supuesto de varianza homogénea con prueba de esfericidad de Mauchly con $p > 0.5$ en ambos casos, por lo que se utilizó la prueba paramétrica de ANOVA para medidas repetidas en el análisis de la varianza del DVNO en las medias obtenidas en el día 1, 2 y 3 y se establecerá la diferencia con un análisis post hoc.

12 RESULTADOS

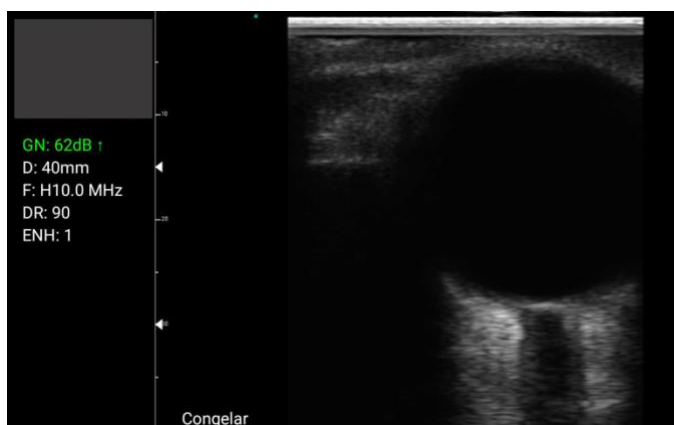
Se incluyeron 22 pacientes cumplieron los criterios de inclusión a los que se evaluó el DVNO al inicio y durante el seguimiento a 3 días. Se valoraron a 16 mujeres que corresponde al 72.7%. No se encontró relación con el género. Por los que los hombres y mujeres evolucionaron de la misma manera.

Con una media en relación con la edad de 52.71 años, (min 19 – max 81 años). Se valoraron en conjunto las medidas de DVNO; se realizaron 264 mediciones individuales durante el seguimiento de pacientes, las características del DVNO se expresan en la **gráfica 1**. El resto de los datos clínicos y demográficos se explican en la **Tabla 1**.

Se realizó un análisis de las variables y mediante la prueba de NOVA de medidas repetidas se establecieron una diferencia entre las medias considerando una significancia estadística cuando el valor de $p < 0.05$. De igual manera se realizó un análisis post hoc la cual se estableció una diferencia significativa entre la media del primer día y el tercero en relación con el DVNO en paciente quienes presentaron complicaciones neurológicas, no así en los pacientes en los cuales no se presentaron dichas complicaciones.

Así mismo las complicaciones más frecuentes en los pacientes evaluados edema, isquemia que llevo a infarto.

Resultado de estas medidas se obtuvo una mediana para DVNO de 5.00 mm (RIC 4.65 - 5.38). Obteniendo una diferencia estadísticamente significativa y con un valor de eta al cuadrado alto, tanto en las medias obtenida en cada uno de los días como en la relación con la aparición o no de complicaciones neurológicas.



1.



2.

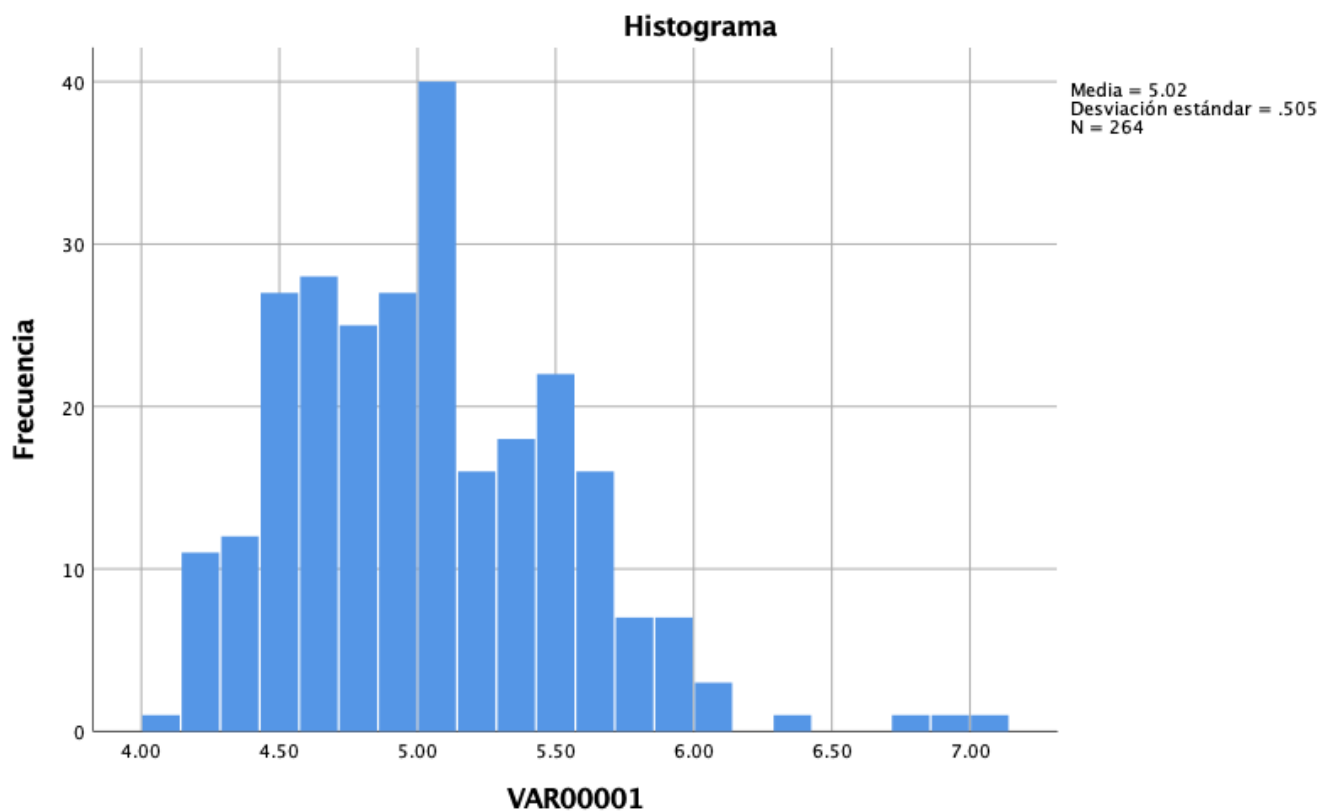


3.

IMAGEN 4. Medición por ultrasonido del diámetro de la vaina del nervio óptico de uno de los pacientes. **1.** Imagen del nervio óptico (área hipocogénica en el centro) y vaina (área hiperecogénica periférica). **2.** El DVNO se evaluó 3mm detrás del globo ocular. **3.** Se tomó la distancia con los cursores en sentido perpendicular a la medición anterior a nivel de los bordes externos del área hiperecogénica que rodea al nervio óptico.

TABLA 1**DATOS DEMOGRÁFICOS Y CLÍNICOS**

Edad en años [media (min - máx)]	52.23 (19, 81)	
Sexo	♀ 16 (76.2%)	♂ 6 (23.8%)
Escala de como de Glasgow [mediana (min - máx)]	13 (6,15)	
Fisher [mediana (min - máx)]	4 (3,4)	
WFNS [mediana (min - máx)]	4 (1,5)	
Hunt y Hess [mediana (min - máx)]	3 (1,5)	
VASOGRADE [mediana (min - máx)]	3 (2,3)	
DVNO en mm [mediana (min - máx)]	5.00 (4.65-5.38)	

GRAFICA 1. Comportamiento de las medidas del DVNO (asimétrica positiva).

Se analizó por grupos separados a los pacientes que presentaron complicaciones neurológicas y las que no las presentaron, definidas anteriormente en los antecedentes; los cuales 11 pacientes (50%) fueron datos de alta sin complicaciones neurológicas, en el análisis de la varianza de las medias de los 3 días se obtuvo una $p>0.05$. En contraparte 11 pacientes (50%) presentaron por lo menos una de las complicaciones neurológicas durante su estancia intrahospitalaria obteniendo una $p=0.01$ en el análisis de varianza, por lo que las distintas medias del DVNO son estadísticamente diferentes como se muestra en la **Tabla 2, Grafica 2 y 3**.

De los pacientes con complicaciones (n=11) solo se desarrollaron cuadros de vasoespasmio, edema cerebral e isquemia. En nuestro estudio no presentaron re-sangrado, hemorragia intracraneal, crisis epiléptica, hidrocefalia o alteraciones hidroelectrolíticas, durante la estancia intrahospitalaria.

En relación con las escalas clínicas se realizó un análisis de regresión logística para establecer la asociación entre y las complicaciones neurológicas observando una asociación entre la escala de VASOGRADE significativa con el desarrollo de complicaciones neurológicas con como se muestra en la **tabla 3**.

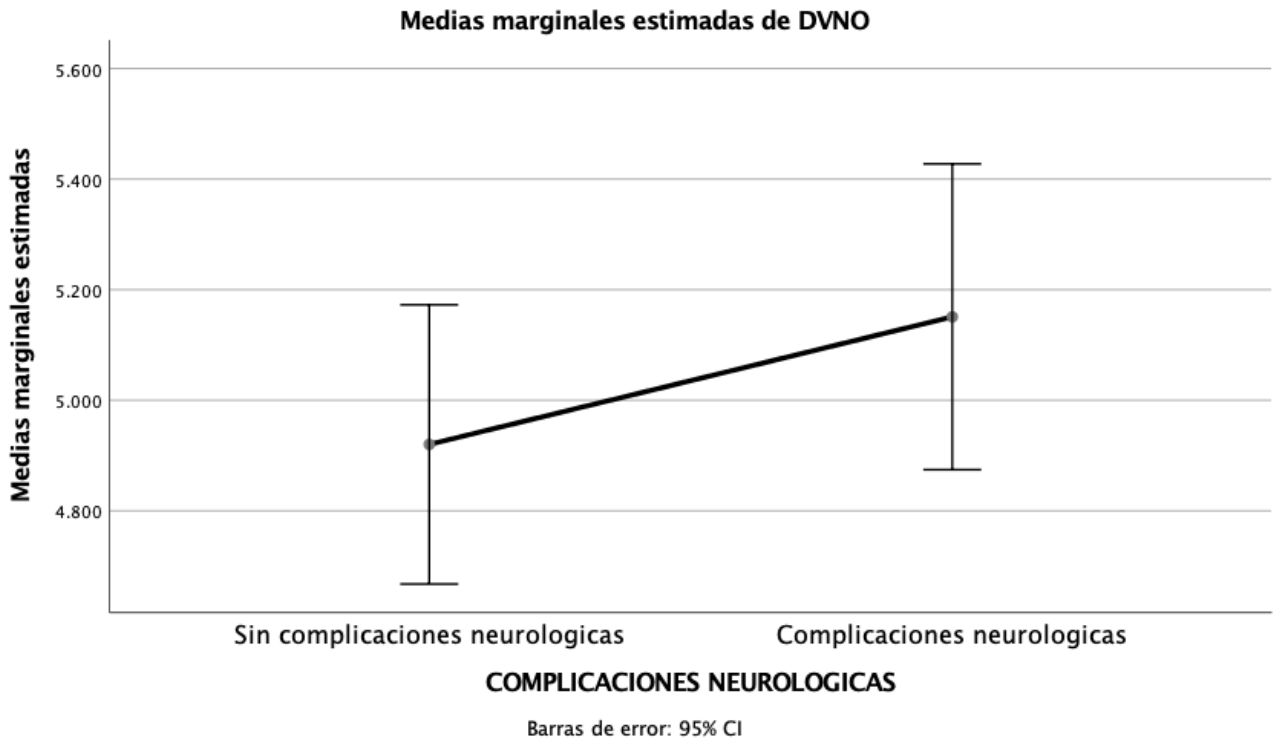
TABLA 2. COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DEL DVNO ENTRE PACIENTES SIN/CON PRESENTACIÓN DE COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS

	SIN COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS	p^{**}	CON COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS	p^{**}
Número de pacientes (%)	11 (50)	-	11 (50)	-
DVNO* Día 1 [media en mm (DS)]	4.88 ± 0.43 (4.59 - 5.17)		4.94 ± 0.28 (4.76 - 5.13)	
DVNO* Día 2 [media en mm (DS)]	4.98 ± 0.75 (4.48 - 5.49)	0.83	5.12 ± 0.42 (4.85 - 5.41)	0.01
DVNO* Día 3 [media en mm (DS)]	4.86 ± 0.42 (4.58 - 5.15)		5.34 ± 0.4 (5.08 - 5.62)	

*Diámetro de la Vaina del Nervio Óptico

**Prueba ANOVA de medidas repetidas

GRAFICA 2. VARIANZA DEL DVNO (MM) EN PACIENTES SIN COMPLICACIONES Y CON COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS.



GRAFICA 3. EVOLUCION DE LAS MEDICIONES DEL DVNO (mm) EN PACIENTES SIN COMPLICACIONES Y CON COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS.

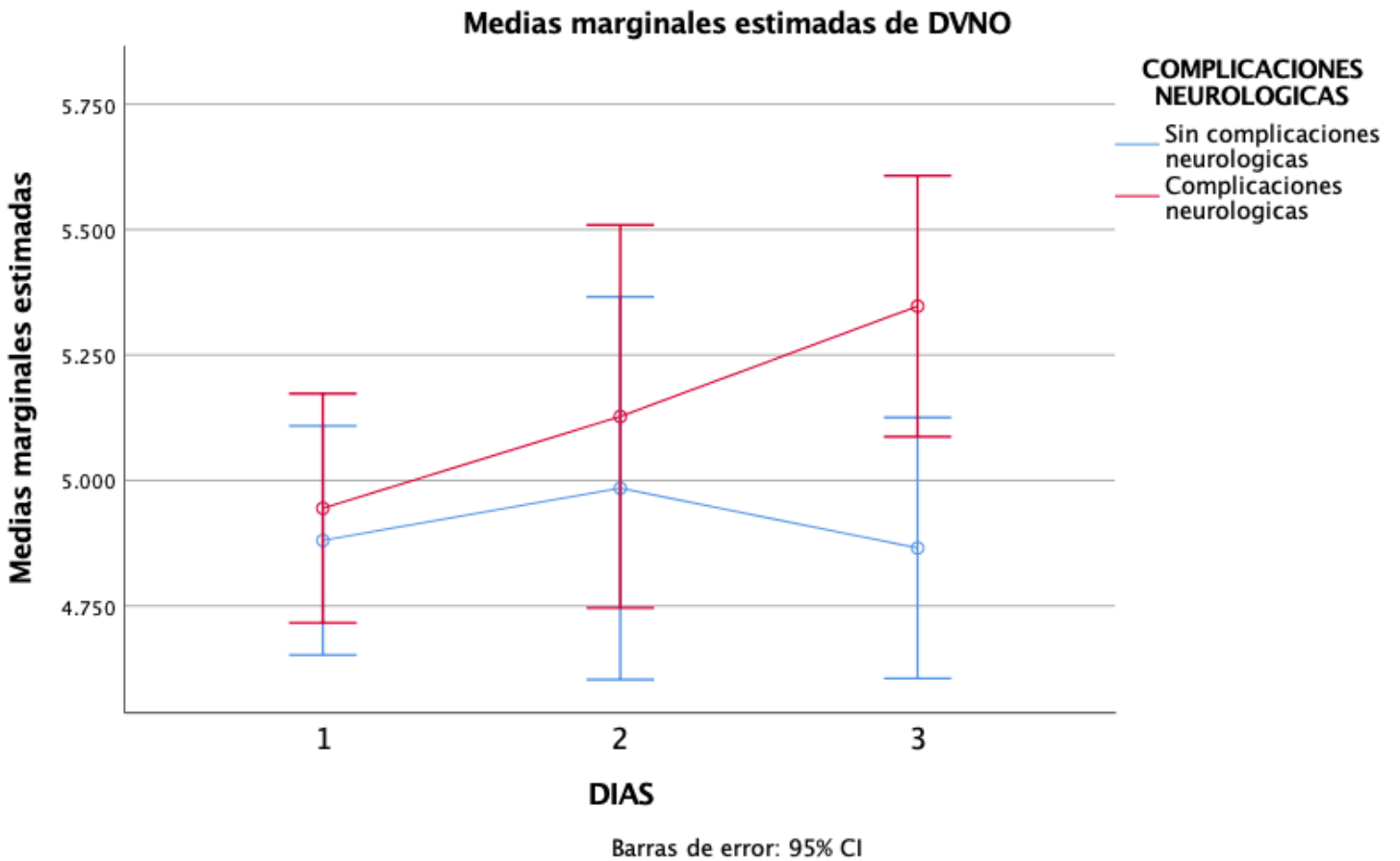


TABLA 3. COMPARACIONES POR PAREJAS ENTRE LAS 3 MEDIAS DE DVNO DE LOS PACIENTES CON COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS

MEDIA DVNO (DIA)	MEDIA DVNO (DIA)	P*
1	2	0.227
	3	0.005**
2	1	0.227
	3	1.0
3	1	0.005**
	2	1.0

TABLA 4. ESCALAS CLÍNICAS Y TOMOGRAFÍAS ENTRE PACIENTES Y PRESENCIA DE COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS

	SIN COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS	CON COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS	p*	Odds ratio
Número de pacientes (%)	11 (50)	10 (50)	--	--
Escala de coma de Glasgow [mediana (min - máx)]	15 (6 - 15)	8 (6 - 15)	0.493	1.53
Fisher [mediana (min - máx)]	4 (3 - 4)	4 (3 - 4)	0.821	1.41
WFNS [mediana (min - máx)]	1 (1 - 5)	4 (1 - 5)	0.777	1.51
Hunt y Hess [mediana (min - máx)]	1 (1 - 5)	4 (2 - 5)	0.379	1.75
VASOGRADE [mediana (min - máx)]	2 (1 - 3)	3 (2 - 3)	0.009	16.75

WFNS= World Federation of Neurological Surgeons,
*Prueba de regresión logística binaria

13 DISCUSIÓN

En nuestro estudio evaluamos el DVNO el cual ha sido evaluado con otra prueba diagnóstica (tomografía) y solo en estudios transversales y/o retrospectivos que incluían hemorragia intracraneal.(27). El DVNO se ha propuesto como forma alternativa para evaluar el aumento de la presión intracraneal(28), debido a que el nervio óptico está rodeado de líquido cefalorraquídeo ya que forma parte del sistema nervioso central el aumento de la presión intracraneal se trasmite a través del espacio subaracnoideo que rodea el nervio óptico dentro de la vaina, especialmente del segmento retrobulbar, al menos que no se bloquee la circulación del líquido cefalorraquídeo. El DVNO medida por TC puede ser correlacionada con el pronóstico neurológico después de una hemorragia subaracnoidea(15), lo que demostramos en nuestro estudio ya que observamos diferencias en el DVNO medidas por ultrasonido asociadas a complicaciones neurológicas, principalmente edema, isquemia cerebral. Se ha demostrado que el DVNO medida por tomografía también es un marcador predictivo asociado a incremento de la presión intracraneal(27). Aunque el DVNO se considera un marcador indirecto de la presión intracraneal, el punto de corte para el DVNO que indica un incremento en la presión intracraneal y sus factores asociados no está claro(29),(30) por lo anterior consideramos una debilidad en nuestro estudio a través de la prueba diagnóstica utilizada (ultrasonido).

Nuestro objetivo fue evaluar el DVNO y su asociación con la presencia de complicaciones neurológicas de manera no invasiva y rápida evaluando su utilidad en la toma de decisiones clínicas para el manejo de pacientes con complicaciones neurológicas más frecuentes atribuidos a hemorragia subaracnoidea, ya que se ha propuesto esta medición como un parámetro indirecto y alternativo a la detección de presión intracraneal por tomografía.

Nuestro estudio es uno de los primero realizado de una manera prospectivo para evaluar la medición del DVNO por ultrasonido y la asociación con la presencia de complicaciones neurológicas.

La naturaleza aleatoria en la recolección de la muestra nos aporta una fortaleza, sin embargo, el tamaño de esta impacta en los resultados.

Cabe mencionar que la diferencia se estableció, entre la primera y tercera medición en nuestro análisis, lo que se traduce en que el impacto de esta evaluación estará relacionada en el seguimiento y no solo con una sola medición, así mismo una limitación puede estar relacionada a que no se evaluó de manera independiente a las complicaciones neurológicas, así mismo es necesario estudios en gran escala para evaluar esta medición asociada a complicaciones neurológicas de la hemorragia subaracnoidea de manera independiente, que aunque se ha evaluado por medio de otras pruebas diagnósticas como la tomografía, requerirá la estandarización de la medición y conocer la variabilidad en relación al grupo etario y características demográficas de nuestra población.

La baja confiabilidad de las mediciones por tratarse de estructuras pequeñas y milimétricas es otra limitación, por lo que las discrepancias inter e intra observador puede sobre o infraestimar la medición. Evaluamos el resultado neurológico de los pacientes con hemorragia subaracnoidea solo a corto plazo, por lo que el desarrollo de complicaciones a largo plazo es incierto.

Además, solo se involucraron pacientes con hemorragia subaracnoidea, sugerimos que para futuras investigaciones incluir diferentes etiologías de hipertensión intracraneal, para evaluar la confiabilidad de la prueba en otros contextos u otras edades, que también parece ser reproducible en pacientes pediátricos como lo concluye Cannata, Giulia et al(31).

Los resultados de nuestro estudio fueron consistentes con estudios previos relacionados(32) y con los que involucran otras etiologías de elevación intracraneal no traumática(33).

Se obtuvo una media del DVNO de 5.34 mm con desviación estándar (IC 95%) de ± 0.4 (5.08 - 5.62) para la presencia de complicaciones neurológicas con diferencia de 0.24 mm mayor que la reportada por Weidner, Nick et al (5.1mm) (34). y 0.46 mm menos que lo reportado por Sitanaya, Shierly Novitawati et al (5.8mm) (28).

Zoerle, Tommaso y sus colegas informaron que la medición del DVNO se relacionan mal con la presión intracraneal medida a través de catéteres, pero si con gravedad de la hipertensión intracraneal (35), como también lo demuestran nuestros resultados al relacionarse la varianza del DVNO con la aparición de complicaciones neurológicas.

Como se ha demostrado los valores del DVNO dependen de la metodología utilizada(36), es de suma importancia tener en cuenta para futuras investigaciones seguir las recomendaciones del protocolo estandarizado que disminuirán las variaciones en la evaluación con el fin de fortalecer la utilidad de esta prueba en la monitorización y seguimiento de pacientes con hemorragia subaracnoidea y causas en general de presión intracraneal.

La medición del DVNO por ultrasonido ha ido tomando más importancia por las ventajas y los avances tecnológicos en los últimos años por lo que se ha investigado y puesto a prueba el grado de utilidad en diferentes escenarios, sin embargo, la investigación en México e inclusive en población latina aun es limitada, por lo que nuestra investigación enriquece la literatura.

14 CONCLUSION

La detección de la variabilidad del DVNO parece ser una herramienta potencial fiable y reproducible como complemento para el seguimiento en pacientes con hemorragia subaracnoidea cuando la monitorización invasiva no es posible o no es posible. El aumento del DVNO puede predecir un mal resultado neurológico con el fin de considerar realizar estudios de imagen complementarios como tomografía de cráneo y realizar una intervención quirúrgica de forma oportuna.

Se necesitan más estudios prospectivos y multicéntricos para validar aún más estos resultados, tener mejores algoritmos en la toma de decisiones y mejorar el pronóstico en pacientes con hemorragia subaracnoidea.

15 ASPECTOS ÉTICOS

HACIENDO ÉNFASIS EN LA LEGISLACIÓN DE LOS ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN Y EN EL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Esta investigación se llevará a cabo de acuerdo con la ley general de salud en el ámbito de investigación para la salud, título segundo, capítulo I, artículo 17. Esta investigación tiene riesgo mínimo (clasificación II); ya que es un estudio prospectivo que emplean el riesgo de datos a través de un procedimiento (ultrasonido ocular) y exámenes físicos y paraclínicos de uso común (Tomografía). (37)

Este estudio se apegará a los lineamientos de los principios básicos y operaciones de tratados internacionales, como la declaración de Helsinki, en su versión de Fortaleza, Brasil 2013, al artículo 98 de la ley general de salud en relación con la investigación en seres humanos. Se obtendrá el consentimiento informado por el paciente y/o familiar, se respetarán los beneficios de no maleficencia, beneficencia, autonomía, justicia y equidad y confidencialidad. La información obtenida será de carácter confidencial por lo que no se utilizará para otros fines no relacionados a esta investigación.

El presente estudio obtendrá información valiosa ya que evaluará el beneficio de la monitorización de la vaina del nervio óptico con su relación con las complicaciones y puede conducir a mejorar la vigilancia y la toma de decisiones, además podría ser muy útil para la práctica cotidiana del área de terapia intensiva, en pacientes con hemorragia subaracnoidea.

Se consideraron además las recomendaciones del código de Núremberg, publicado en 1997, el consentimiento se obtendrá de forma voluntaria. El trabajo es útil para el bien de la sociedad, irremplazable por otros medios de estudio, además de ser diseñado de tal manera que los resultados esperados justifican su desarrollo. No existen razones a priori para creer que pueda ocurrir la muerte o un daño grave. Se realizarán preparaciones cuidadosas y en condiciones adecuadas para proteger al sujeto contra cualquier remota posibilidad de daño e incapacidad, tales como medidas estrictas de higiene. Durante el curso del trabajo, el sujeto tendrá libertad para poner fin al experimento si ha alcanzado el estado físico y mental en el cual parece a él imposible continuarlo. (38)

LOS PROTOCOLOS FINANCIADOS POR LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA DEBERÁN INDICAR LOS BENEFICIOS PARA LA INSTITUCIÓN. MENCIONE CUÁLES SON DE FORMA CONCISA:

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés.

16 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Long B, Koyfman A, Runyon MS. Subarachnoid Hemorrhage: Updates in Diagnosis and Management. Vol. 35, Emergency Medicine Clinics of North America. W.B. Saunders; 2017. p. 803–24.
2. Rouanet C, Silva GS. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: current concepts and updates. Vol. 77, Arquivos de neuro-psiquiatria. NLM (Medline); 2019. p. 806–14.
3. Reis C, Ho WM, Akyol O, Chen S, Applegate R, Zhang JH. Pathophysiology of Subarachnoid Hemorrhage, Early Brain Injury, and Delayed Cerebral Ischemia. In: Primer on Cerebrovascular Diseases: Second Edition. Elsevier Inc.; 2017. p. 125–30.
4. Zoerle T, Caccioppola A, D'Angelo E, Carbonara M, Conte G, Avignone S, et al. Optic Nerve Sheath Diameter is not Related to Intracranial Pressure in Subarachnoid Hemorrhage Patients. *Neurocrit Care*. 2020 Oct 1;33(2):491–8.
5. Robba C, Robba C, Pozzebon S, Moro B, Vincent JL, Creteur J, et al. Multimodal non-invasive assessment of intracranial hypertension: An observational study. *Crit Care*. 2020 Jun 26;24(1).
6. Aboulhosn R, Raju B, Jumah F, Majmundar N, Prenner J, Matin T, et al. Terson's syndrome, the current concepts and management strategies: A review of literature. Vol. 210, *Clinical Neurology and Neurosurgery*. Elsevier B.V.; 2021.
7. Koo HW. Real-time change of optic nerve sheath diameter after rebleeding of ruptured intracranial dissecting aneurysm. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*. 2020 Dec 31;22(4):287–93.
8. Muehlschlegel S. Subarachnoid Hemorrhage. *Continuum (Minneapolis)*. 2018 Dec;24,6:1623–57.
9. Mahajan C. Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. In: *Essentials of Neuroanesthesia*. Elsevier; 2017. p. 315–37.
10. Craig A. Williamson WJM. PART I Fundamental Clinical Concepts SECTION ONE Critical Management Principles. In: *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*. 2022. p. 77–84.
11. Bender M, Lakicevic S, Pravdic N, Schreiber S, Malojcic B. Optic nerve sheath diameter sonography during the acute stage of intracerebral hemorrhage: a potential role in monitoring neurocritical patients. *Ultrasound Journal*. 2020 Dec 1;12(1).
12. Young FB, Weir CJ, Lees KR. Comparison of the National Institutes of Health Stroke Scale with disability outcome measures in acute stroke trials. *Stroke*. 2005 Oct;36(10):2187–92.
13. Rasulo FA, Bertuetti R. Transcranial Doppler and Optic Nerve Sonography. Vol. 33, *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. W.B. Saunders; 2019. p. S38–52.
14. Pérez-Calatayud AA, Esper RC, Gasca-Aldama JC, Linarte-Basilio ME, Anica-Malagon ED, Briones-Garduño JC. Perioperative ultrasound neuromonitoring: Transcranial Doppler and optic nerve. Vol. 87, *Cirugia y Cirujanos (English Edition)*. Publicaciones Permanyer; 2019. p. 580–6.
15. Wang LJ, Chen HX, Chen Y, Yu ZY, Xing YQ. Optic nerve sheath diameter ultrasonography for elevated intracranial pressure detection. *Ann Clin Transl Neurol*. 2020 May 1;7(5):865–8.
16. Vaiman M, Sigal T, Kimiagar I, Bekerman I. Noninvasive assessment of the intracranial pressure in non-traumatic intracranial hemorrhage. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2016 Dec 1;34:177–81.
17. Hakimi R, Alexandrov A v., Garami Z. Neuro-ultrasonography. Vol. 38, *Neurologic Clinics*. W.B. Saunders; 2020. p. 215–29.
18. Robba C, Goffi A, Geeraerts T, Cardim D, Via G, Czosnyka M, et al. Brain ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications. A narrative review. Vol. 45, *Intensive Care Medicine*. Springer Verlag; 2019. p. 913–27.
19. Moretti R, Pizzi B, Cassini F, Vivaldi N. Reliability of optic nerve ultrasound for the evaluation of patients with spontaneous intracranial hemorrhage. *Neurocrit Care*. 2009 Jan;11(3):406–10.
20. Hansen HC, Lagrèze W, Krueger O, Helmke K. Dependence of the optic nerve sheath diameter on acutely applied subarachnoidal pressure - An experimental ultrasound study. *Acta Ophthalmol*. 2011 Sep;89(6).
21. Arifin WN. A Web-based Sample Size Calculator for Reliability Studies. *Education in Medicine Journal [Internet]*. 2018 Sep 28;10(3):67–76. Available from: http://eduimed.usm.my/EIMJ20181003/EIMJ20181003_08.pdf

22. Drenckhahn C, Windler C, Major S, Kang EJ, Scheel M, Vajkoczy P, et al. Complications in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage Patients With and Without Subdural Electrode Strip for Electrocorticography. *J Clin Neurophysiol* [Internet]. 2016;33:250–9. Available from: <http://journals.lww.com/clinicalneurophys>
23. Imirizaldu JJZ. 303 CAPÍTULO 167 Anamnesis y exploración del paciente con sintomatología del sistema nervioso ESTUDIO CLÍNICO DEL PACIENTE CON SINTOMATOLOGÍA NEUROLÓGICA Anamnesis y exploración del paciente con sintomatología del sistema nervioso. 2020.
24. Osama O Zaidat MJDMMPAJLM. Escala de discapacidad clínica de Rankin modificada. In: *The Little Black Book of Neurology*. 6th ed. 2020. p. 782–801.
25. de Oliveira Manoel AL, Jaja BN, Germans MR, Yan H, Qian W, Kouzmina E, et al. The VASOGRADE: A Simple Grading Scale for Prediction of Delayed Cerebral Ischemia after Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*. 2015 Jul 4;46(7):1826–31.
26. Saripalli M, Tan D, Chandra R v., Lai LT. Predictive Relevance of Early Temperature Elevation on the Risk of Delayed Cerebral Ischemia Development Following Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *World Neurosurg*. 2021 Jun 1;150:e474–81.
27. Lee S, Kim YO, Baek JS, Ryu JA. The prognostic value of optic nerve sheath diameter in patients with subarachnoid hemorrhage. *Crit Care*. 2019 Feb 26;23(1).
28. Sitanaya SN, Kamayanti F, Nugroho HA, Prabowo B. Comparing ultrasonographic optic nerve sheath diameter to head computed tomography scan to predict intracranial pressure elevation. *SAGE Open Med*. 2022 Jan;10:205031212210778.
29. Goeres P, Zeiler FA, Unger B, Karakitsos D, Gillman LM. Ultrasound assessment of optic nerve sheath diameter in healthy volunteers. *J Crit Care*. 2016 Feb 1;31(1):168–71.
30. Lovrenčić-Huzjan A, Bosnar-Puretić M, Hustić I, Kobasić I, Budišić M, Ćorić L, et al. OPTIC NERVE SHEATH SONOGRAPHY IS A PROMISING TOOL FOR ASSESSMENT OF RAISED INTRACRANIAL PRESSURE IN PATIENTS ADMITTED TO NEUROLOGICAL INTENSIVE CARE UNIT. *Acta Clin Croat*. 2020 Mar 1;59(1):50–4.
31. Cannata G, Pezzato S, Esposito S, Moscatelli A. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound: A Non-Invasive Approach to Evaluate Increased Intracranial Pressure in Critically Ill Pediatric Patients. Vol. 12, *Diagnostics*. MDPI; 2022.
32. Bender M, Lakicevic S, Pravdic N, Schreiber S, Malojcic B. Optic nerve sheath diameter sonography during the acute stage of intracerebral hemorrhage: a potential role in monitoring neurocritical patients. *Ultrasound Journal*. 2020 Dec 1;12(1).
33. Xu H, Li Y, Liu J, Chen Z, Chen Q, Xiang Y, et al. Dilated Optic Nerve Sheath Diameter Predicts Poor Outcome in Acute Spontaneous Intracerebral Hemorrhage. *Cerebrovascular Diseases*. 2022 Mar 1;51(2):199–206.
34. Weidner N, Kretschmann J, Bomberg H, Antes S, Leonhardt S, Tschann C, et al. Real-time evaluation of optic nerve sheath diameter (ONSD) in awake, spontaneously breathing patients. *J Clin Med*. 2021 Aug 2;10(16).
35. Zoerle T, Caccioppola A, D'Angelo E, Carbonara M, Conte G, Avignone S, et al. Optic Nerve Sheath Diameter is not Related to Intracranial Pressure in Subarachnoid Hemorrhage Patients. *Neurocrit Care*. 2020 Oct 1;33(2):491–8.
36. Stevens RRF, Gommer ED, Aries MJH, Ertl M, Mess WH, Huberts W, et al. Optic nerve sheath diameter assessment by neurosonology: A review of methodologic discrepancies. *Journal of Neuroimaging*. 2021 Sep 1;31(5):814–25.
37. Diario Oficial de la Federación. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACION PARA LA SALUD. Cámara de Diputados del H. del Congreso de la Unión. 2014.
38. Andruet A, & H de F, M. del P. El código de Nuremberg y su vinculación con el consentimiento informado. *Anuario De Derecho Civil* [Internet]. 2012;6:179–96. Available from: <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/ADC/article/view/946>

17 BIBLIOGRAFIA

1. Meshksar A, Kubal WS. Chapter 4 – Nontraumatic Brain Emergencies. Problem Solving in Emergency Radiology. 2015.
2. Gul Moonis LAL. Brain Imaging Inflammatory, Infectious, and Vascular Diseases. In: Radiology Secrets Plus. Fourth. 2017. p. 453–61.
3. Dubosh NM, Edlow JA. Diagnosis and Initial Emergency Department Management of Subarachnoid Hemorrhage. Vol. 39, Emergency Medicine Clinics of North America. W.B. Saunders; 2021. p. 87–99.
4. Ledbetter LN, Burns J, Shih RY, Ajam AA, Brown MD, Chakraborty S, et al. ACR Appropriateness Criteria® Cerebrovascular Diseases-Aneurysm, Vascular Malformation, and Subarachnoid Hemorrhage. Journal of the American College of Radiology. 2021 Nov 1;18(11):S283–304.

18 ANEXOS INCLUIDOS EN EL PROYECTO

18.1 HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE

“Correlación entre el diámetro de la vaina del nervio óptico medido por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática del Hospital General de Alta Especialidad del Bajío”

El ultrasonido es un estudio de imagen que hace uso de las ondas ultrasónicas (alta frecuencia), para el análisis de órganos que contienen tejidos blandos y líquidos, tal es el caso de los ojos.

Esta investigación tiene como finalidad medir el diámetro del nervio de la vaina óptica en pacientes con hemorragia subaracnoidea y evaluar su utilidad pronóstica, con lo cual se obtendrá información valiosa y mejorar la vigilancia, complementando la evaluación y toma de decisiones, útil para la práctica cotidiana del área de terapia intensiva, en pacientes con hemorragia subaracnoidea.

Se realizarán las mediciones de la siguiente manera:

- **Se aplicará una pequeña cantidad de gel en el párpado superior para mejorar la calidad de la imagen, evitando que tenga contacto con las pestañas para que no entre al interior del ojo. El voluntario podrá manifestar en cualquier momento si no desea realizar o continuar con el estudio. Tiempo aproximado del procedimiento es de 3 a 5 minutos.**
- **Se realizará en la cama del paciente con un ultrasonido portátil al ingreso, a las 24 y 72hrs.**
- **El estudio no tiene efectos adversos ni interfiere con dispositivos electrónicos que le hayan instalado en cirugías previas.**

Durante este estudio se puede presentar:

- **Leve sensación de presión y/o calor ocular.**
- **En raros casos podría presentarse inflamación/infección ocular asociado a la aplicación del gel, pero se tomará la precaución si así lo desea el paciente de poner parche ocular de TEGADERM™ para evitar contacto directo del gel con párpados y ojos.**
- **En caso de identificarse alguna anomalía, recibirá información de los hallazgos más la interpretación del ultrasonido hecha por un radiólogo adscrito al servicio para ser valorada(o) por mi médico tratante o en la institución prestadora del servicio que me corresponda.**

Beneficio del participante: Una vez terminado el estudio.

Cabe aclarar que este trabajo no genera ningún costo adicional para el participante.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación serán confidenciales, así como los datos personales de los pacientes participantes en el estudio. Esos datos sólo se usarán con objetivo científico. Los resultados finales de todos los pacientes pueden publicarse en revistas científicas, pero en ningún caso aparecerá el nombre ni datos personales de los participantes.

En cualquier momento del desarrollo del estudio el participante puede abandonar el mismo sin que ello suponga ningún perjuicio en su atención y seguimiento clínico.

Si el paciente lo desea se le informará de los resultados generales de la investigación durante el desarrollo del estudio.

Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética e Investigación Clínica de Hospital Regional del Bajío, circunstancia que garantiza el cumplimiento de todas las condiciones exigibles por la normativa vigente y los postulados éticos en vigor respecto a este tipo de estudios.

Si tiene alguna duda sobre el estudio o sobre su participación en el mismo, puede preguntarle al médico responsable cuyo nombre es:

Dra. Delia López Arellanes. Tel: 951-124-12-11

Si acepta participar en este estudio, le solicitamos lea atentamente la hoja de consentimiento informado adjunta y firme dando su aprobación.

18.2 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL BAJIO CARTA DE CONCENTIMIENTO INFORMADO

León, Guanajuato. a _____

El(la) que suscribe

NOMBRE COMPLETO DEL PARTICIPANTE O REPRESENTANTE LEGAL Y PARENTESCO

Con domicilio en

CALLE, COLONIA, CO, DELEGACIÓN O MUNICIPIO, ESTADO

Acudo a este hospital como paciente y de acuerdo con lo que me han explicado e informado en un lenguaje claro y sencillo, expreso mi conocimiento y en consecuencia autorizo al personal médico de este hospital para la realización de un ultrasonido ocular y participar en el protocolo de investigación: **Correlación entre el diámetro de la vaina del nervio óptico medido por ultrasonido y la presencia de complicaciones neurológicas en pacientes con hemorragia subaracnoidea no traumática** que se llevará a cabo en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Reitero mi consentimiento válidamente informado. Consecuentemente firmo el calce o pongo mi huella digital de mi pulgar para efectos legales procedentes.

No recibiré ningún beneficio económico ni material, solo seré informado al instante de los valores obtenidos y si es relevante para mi, podré solicitar posteriormente la información sobre las conclusiones del estudio, siempre teniendo en cuenta la confidencialidad.

Entiendo y autorizo que los datos e imágenes obtenidos durante el estudio, pueden ser publicados, exhibidos y mostrados con fines científicos, o para el propósito de educación profesional, y desde luego se privilegiará el anonimato del paciente.

Me han informado también que negarme a participar en la investigación, no tendrá ninguna consecuencia ni limitación.

Finalmente entiendo los procedimientos médicos que se realizarán para el estudio.

En caso de tener dudas, quejas o comentarios puedo comunicarme con el Dra. Delia López Arellanes, médico responsable del estudio, Residente UNAM de 4to año de la especialidad Imágenes Diagnósticas y Terapéuticas al Teléfono: 951 124 12 11 para ser localizado en cualquier momento.



FIRMA DE AUTORIZACIÓN DEL PACIENTE.

Huella digital

"Si no pudiera firmar el paciente por su condición física: NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DE FAMILIAR, TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL. Con fundamento en los artículos 80, 81, 82 y 83 del reglamento de La Ley General de Salud" INDICAR PARENTESCO.

NÚMERO DE TELÉFONO Y DIRECCIÓN COMPLETA.

NOMBRE COMPLETO, CEDULA PROFECIONAL Y FIRMA DEL MÉDICO RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DE TESTIGO 1

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL TESTIGO 2