



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

**UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN CENTRO MÉDICO NACIONAL
“LA RAZA” IMSS.**

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. ANTONIO FRAGA MOURET”

TÍTULO DE TESIS:

**“FACTORES DE RIESGO PARA HIDROCEFALIA EN PACIENTES CON
HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ANEURISMÁTICA”.**

Para obtener el grado de
MÉDICO ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGÍA

PRESENTA:

Erick Estrella Ortiz

ASESOR DE TESIS

Dr. Aleixandre Betanzos Villegas

ASESORES METODOLÓGICOS

Dr. Luis Francisco Pineda Galindo

Dr. German Humberto Delgadillo Teyer

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOJA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS



[Handwritten signature of Dr. Jorge Arturo Santos Franco]

Dr. Jorge Arturo Santos Franco
Profesor Titular del curso de Neurocirugía / Jefe de Departamento de Neurocirugía
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
del centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS

[Handwritten signature of Dr. Aleixandre Betanzos Villegas]

Dr. Aleixandre Betanzos Villegas
Especialista en Neurocirugía / Asesor de tesis
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
del centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS

[Handwritten signature of Dr. Erick Estrella Ortiz]

Dr. Erick Estrella Ortiz
Médico residente del quinto año de la especialidad de Neurocirugía
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
del centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS
Universidad Nacional Autónoma de México

Número de registro CLIS
R-2023-3501-185

CONTENIDO

Resumen	4
Abstract	5
Glosario	6
Introducción	7
Material y Métodos	21
Resultados	24
Discusión	31
Conclusiones	34
Bibliografía	35
Anexos	39

RESUMEN

Título: Factores de riesgo para hidrocefalia en pacientes con hemorragia subaracnoidea aneurismática.

Objetivo: Determinar cuáles son los factores de riesgo que influyen en el desarrollo de hidrocefalia secundario a HSA de origen aneurismático.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio de casos y controles, retrospectivo, observacional, analítico. Incluyo, 121 casos con hidrocefalia secundaria a la HSAa y 291 controles con HSAa, en un periodo de 5 años. Análisis estadístico: para variables cuantitativas con distribución normal se calculó la media y desviación estándar, con libre distribución se calculó la mediana y RIC, para variables cualitativas se calcularon frecuencias y porcentajes. Para mostrar diferencias entre los grupos se usó la prueba de Chi 2. Para conocer los factores de riesgo asociados al desarrollo de hidrocefalia, se realizó un modelo de regresión logística ajustado y no ajustado.

Resultados: Se incluyeron 412 pacientes, de los cuales 121 (29.3%) se colocó un sistema definitivo de derivación ventricular, los factores de riesgo asociados fueron: 1) pacientes con peor estado clínico H&H 4 y 5 ($p < 0.001$), 2) Fisher 4 ($p < 0.001$), 3) hemorragia intraventricular ($p < 0.001$), 4) Ventriculostomía ($p < 0.001$), 5) AACoA ($p < 0.024$), 6) AACI segmento comunicante ($p < 0.021$), 7) Neuroinfección ($p < 0.001$) y 8) Tabaquismo ($p < 0.001$).

Conclusiones: Los factores de riesgo para desarrollar hidrocefalia y dependencia de válvula de derivación ventrículo peritoneal son: la colocación de ventriculostomía, la presencia de neuroinfección y el tabaquismo (predicción de 72%).

Palabras claves: Hidrocefalia, Hemorragia subaracnoidea aneurismática, Derivación ventricular.

ABSTRACT

Title: Risk factors for hydrocephalus in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage .

Objective: Determine which risk factors may influence the development of hydrocephalus secondary to aneurysmal SAH.

Materials and methods: A retrospective, observational, analytical, retrospective, case-control study was performed. It included,121 cases with hydrocephalus secondary to aSAH and 291 controls with aSAH, in a period of 5 years. Statistical analysis: for quantitative variables with normal distribution we calculated the mean and standard deviation, with free distribution we calculated the median and RIC, for qualitative variables we calculated frequencies and percentages. To show differences between groups, the Chi 2 test was used. To determine the risk factors associated with the development of hydrocephalus, an adjusted and unadjusted logistic regression model was used.

Results: 412 patients with subarachnoid hemorrhage of aneurysmal origin were included, of which 121 (29.3%) required placement of a definitive ventricular shunt system, the risk factors associated with its placement were: 1) a worse clinical status at admission H&H 4 and 5 ($p < 0.001$), 2) Fisher 4 ($p < 0.001$), 3) intraventricular hemorrhage ($p < 0.001$), 4) ventriculostomy ($p < 0.001$), 5) anterior communicating artery aneurysms ($p < 0.024$), 6) internal carotid artery aneurysm communicating segment ($p < 0.021$), 7) neuroinfection ($p < 0.001$) and 8) smoking ($p < 0.001$).

Conclusions: Risk factors for developing hydrocephalus and dependence on ventriculoperitoneal shunt valve are: ventriculostomy placement, presence of neuroinfection and smoking (72% predicted).

Key words: Hydrocephalus, Aneurysmal subarachnoid hemorrhage, Ventricular shunt.

GLOSARIO

SIGLAS	DESCRIPCION
HSA	Hemorragia subaracnoidea
HSAa	Hemorragia subaracnoidea de origen aneurismático
LCR	Líquido Cefalorraquídeo
TC	Tomografía Computarizada
AangioTC	Angiotomografía
IRM	Imagen por resonancia magnética
SDV	Sistema de derivación ventricular
DVP	Derivación ventriculoperitoneal
TVE	Tercer ventriculostomía endoscópica
PIC	Presión intracraneal
FLT	Fenestración de lámina terminalis
HSHSA	Hidrocefalia secundaria a hemorragia subaracnoidea
MAV	Malformación arteriovenosa
HH	Hunt & Hess
DVE	Derivación ventricular externa
CMN	Centro Médico Nacional
WFNS	World Federation of Neurosurgical Surgeons
BCI	Índice Bicaudado
AACoA	Aneurisma de arteria comunicante anterior
AACI	Aneurisma de arteria carótida interna

INTRODUCCIÓN

Hemorragia subaracnoidea (HSA):

Es un tipo de sangrado que ocurre en el espacio subaracnoideo, que es el área ubicada entre la piamadre y la aracnoides. Esta área está llena de líquido cefalorraquídeo, que baña y protege el cerebro y la médula espinal (1,2).

La HSA se produce cuando hay una ruptura de un vaso sanguíneo en el espacio subaracnoideo, lo que provoca la liberación de sangre en ese espacio. La causa más común de HSA espontánea es la ruptura de un aneurisma cerebral, que es una protuberancia o debilitamiento en una arteria cerebral. Sin embargo, también puede ser causada por otras condiciones, como malformaciones arteriovenosas (MAV), traumatismos craneoencefálicos o el uso de ciertos medicamentos (3).

Los síntomas más característicos de la HSA son un dolor de cabeza súbito y extremadamente intenso, que a menudo se describe como "el peor dolor de cabeza de la vida". Este dolor de cabeza puede estar acompañado de rigidez en el cuello, náuseas, vómitos, sensibilidad a la luz (fotofobia), cambios en el estado mental o pérdida de la conciencia. Estos síntomas suelen aparecer de forma repentina y sin previo aviso (1).

La hemorragia subaracnoidea es considerada una emergencia médica grave debido a su potencial de provocar daño cerebral severo o incluso la muerte. El diagnóstico generalmente se realiza mediante pruebas de imagen, como una tomografía computarizada (TC) o una resonancia magnética (IRM) del cerebro, que pueden detectar el sangrado. Una punción lumbar también puede ser realizada para analizar el líquido cefalorraquídeo en busca de sangre (4).

El tratamiento de la HSA depende de la causa y la gravedad del sangrado. Si se identifica un aneurisma roto, puede ser necesario realizar una cirugía o un procedimiento endovascular para repararlo o excluirlo de la circulación y prevenir futuras rupturas con el consecuente resangrado. Además, se pueden administrar medicamentos para controlar la presión arterial y prevenir complicaciones adicionales, como el vasoespasmio y/o hidrocefalia que son complicaciones que pueden ocurrir posterior a una hemorragia subaracnoidea (4).

La recuperación de una HSA puede variar ampliamente dependiendo de la gravedad del sangrado y cualquier daño cerebral resultante. Algunas personas pueden tener una recuperación completa, mientras que otras pueden experimentar complicaciones a largo plazo, como déficits cognitivos, problemas de memoria, debilidad física o discapacidad. La rehabilitación y el seguimiento médico regular son fundamentales para maximizar la recuperación y prevenir futuros episodios de sangrado (1,3,4).

Causas y factores de riesgo de la HSA aneurismática.

La hemorragia subaracnoidea aneurismática (HSAa) ocurre cuando un aneurisma cerebral se rompe y provoca sangrado en el espacio subaracnoideo. Los aneurismas cerebrales son protuberancias o debilitamientos en las paredes de las arterias cerebrales y son la causa más común de HSA aneurismática espontánea. A continuación, se presentan algunas de las causas y factores de riesgo asociados con esta condición:

1. Aneurisma cerebral: El factor de riesgo más importante para la HSA aneurismática es la presencia de un aneurisma cerebral. Estos aneurismas pueden ser congénitos (presentes desde el nacimiento) o desarrollarse a lo largo de la vida debido a debilidades en las paredes de las arterias cerebrales. Cuando un aneurisma se rompe, se libera sangre en el espacio subaracnoideo, lo que resulta en una HSA (1).
2. Antecedentes familiares: Existe una predisposición genética a desarrollar aneurismas cerebrales y, por lo tanto, a tener un mayor riesgo de HSA aneurismática si hay antecedentes familiares de aneurismas (5).
3. Edad: La incidencia de aneurismas cerebrales y HSA aneurismática aumenta con la edad. La mayoría de las HSA aneurismáticas ocurren entre los 40 y 60 años (5).
4. Sexo: Las mujeres tienen una mayor prevalencia de aneurismas cerebrales y, por lo tanto, un mayor riesgo de HSA aneurismática en comparación con los hombres (5).
5. Hipertensión arterial: La presión arterial alta aumenta el riesgo de desarrollar aneurismas cerebrales y también puede aumentar el riesgo de ruptura (6).

6. Consumo de tabaco: Fumar cigarrillos y el consumo de tabaco en otras formas se asocian con un mayor riesgo de desarrollar aneurismas cerebrales y, por lo tanto, un mayor riesgo de HSA aneurismática (6).
7. Consumo de alcohol: El consumo excesivo de alcohol puede debilitar las paredes de los vasos sanguíneos y aumentar el riesgo de formación y ruptura de aneurismas cerebrales (6).
8. Enfermedades del tejido conectivo: Algunas enfermedades del tejido conectivo, como el síndrome de Marfan y la poliquistosis renal autosómica dominante, pueden aumentar la predisposición a desarrollar aneurismas cerebrales (6).
9. Lesiones cerebrales previas: Las lesiones en la cabeza, como los traumatismos craneoencefálicos, pueden aumentar el riesgo de formación y ruptura de aneurismas cerebrales (7).

Es importante destacar que la presencia de uno o más de estos factores de riesgo no garantiza el desarrollo de un aneurisma cerebral o una HSA aneurismática. Sin embargo, estos factores aumentan la probabilidad de que ocurran y pueden ser considerados al evaluar el riesgo individual de una persona.

Complicaciones asociadas a la HSA.

La hemorragia subaracnoidea (HSA) puede dar lugar a una serie de complicaciones, algunas de las cuales incluyen:

1. Hidrocefalia: La hidrocefalia es una complicación común de la HSA. Ocurre cuando el sangrado y la inflamación obstruyen el flujo normal del líquido cefalorraquídeo (LCR) en el cerebro, lo que lleva a un aumento en la presión intracraneal. Esto puede provocar síntomas como dolor de cabeza, náuseas, vómitos, cambios en el estado mental y problemas de equilibrio. El tratamiento puede implicar la colocación de un sistema de derivación, que desvía el exceso de LCR a otra parte del cuerpo, o la realización de una ventriculostomía endoscópica, que crea una nueva ruta de drenaje para el LCR (8).
2. Vasoespasmo cerebral: Después de una HSA, los vasos sanguíneos en el cerebro pueden experimentar un estrechamiento repentino llamado vasoespasmo. Esto puede reducir el flujo sanguíneo y provocar una disminución del suministro de

oxígeno al cerebro, lo que puede resultar en daño cerebral adicional. El vasoespasma cerebral generalmente ocurre entre los días 4 y 14 después del sangrado inicial y requiere una vigilancia cuidadosa y tratamiento para prevenir complicaciones (1).

3. Resangrado: Existe el riesgo de reruptura del aneurisma durante todo el tiempo en que el aneurisma permanece sin tratamiento. Además, el riesgo de resangrado aumenta en pacientes con grados altos de la clasificación de Hunt & Hess (HH), con aneurismas de gran tamaño y en casos de presión arterial no controlada (> 160 mmHg). En general, se estima que el riesgo de reruptura después de una hemorragia subaracnoidea inicial es más alto en los primeros días o semanas después del evento inicial. La tasa de reruptura durante los primeros 14 días posteriores a una hemorragia subaracnoidea varía entre el 2% y el 5% por día, aumentando al 50% a los 6 meses (1).
4. Convulsiones: Algunas personas que han experimentado una HSA pueden desarrollar convulsiones. Estas convulsiones pueden ser generalizadas o localizadas en una parte específica del cuerpo. El tratamiento puede implicar medicamentos anticonvulsivos para controlar las convulsiones y prevenir su recurrencia (1).
5. Deterioro cognitivo y problemas neurológicos: Dependiendo de la gravedad de la HSA y el daño cerebral resultante, pueden presentarse dificultades cognitivas, problemas de memoria, dificultades de atención y concentración, cambios en la personalidad y debilidad física. La rehabilitación neuropsicológica y la terapia física pueden ser útiles para abordar estos problemas y promover la recuperación (1).
6. Infecciones: Existe un riesgo de desarrollar infecciones, como meningitis o abscesos cerebrales, después de una HSA. Estas infecciones pueden requerir tratamiento con antibióticos o procedimientos quirúrgicos para drenar el pus acumulado (1).

Es importante tener en cuenta que las complicaciones pueden variar en cada individuo y dependen de varios factores, como la gravedad y ubicación del sangrado, la prontitud del tratamiento y la salud general del paciente.

Anatomía y fisiología del Líquido Cefalorraquídeo

El líquido cefalorraquídeo (LCR) es un líquido incoloro y transparente que se encuentra en el espacio subaracnoideo del cerebro y la médula espinal. Tiene varias funciones importantes, como proteger el sistema nervioso central, proporcionar soporte estructural, regular el entorno químico del cerebro y eliminar productos de desecho (9).

El LCR se produce principalmente en los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales. Estos ventrículos incluyen dos ventrículos laterales, el tercer ventrículo y el cuarto ventrículo. Desde los ventrículos laterales, el LCR fluye hacia el tercer ventrículo a través del agujero interventricular (de Monro) y luego hacia el cuarto ventrículo a través del acueducto mesencefálico (de Silvio). El cuarto ventrículo está situado en la parte posterior del tronco del encéfalo y se comunica con el espacio subaracnoideo a través de los forámenes de Luschka (derecho e izquierdo) y el agujero de Magendie (medio). Una vez en el espacio subaracnoideo, el LCR se distribuye por toda la superficie del cerebro y la médula espinal (10,11,12).

El LCR se produce continuamente en los plexos coroideos mediante un proceso de filtración y secreción activa. Los plexos coroideos contienen células epiteliales especializadas llamadas endoteliales, que secretan activamente iones, agua y sustancias específicas del LCR. A medida que se produce, el LCR fluye desde los ventrículos cerebrales hacia el espacio subaracnoideo a través de los agujeros mencionados anteriormente (13,14,15).

Una vez en el espacio subaracnoideo, el LCR se mueve a través de este espacio alrededor del cerebro y la médula espinal. También se absorbe de manera gradual a través de estructuras llamadas granulaciones aracnoideas, que se encuentran en las vellosidades aracnoideas en la convexidad de la duramadre, una de las membranas que rodean el sistema nervioso central. Estas granulaciones aracnoideas permiten que el LCR sea reabsorbido al torrente sanguíneo (16,17).

El LCR cumple varias funciones importantes en el sistema nervioso central entre las que se mencionan:

1. Protección: El LCR actúa como un amortiguador, protegiendo el cerebro y la médula espinal de los golpes y traumatismos al proporcionar un medio acuoso que los rodea (18,19).
2. Flotabilidad y soporte estructural: Al ser menos denso que el tejido cerebral, el LCR permite que el cerebro flote parcialmente en el cráneo, lo que reduce la presión ejercida sobre él. Esto ayuda a prevenir daños por compresión (18,19).
3. Regulación del entorno químico: El LCR transporta nutrientes (18,19).

Hidrocefalia

La hidrocefalia es una condición médica caracterizada por el exceso de líquido cefalorraquídeo (LCR) en los ventrículos cerebrales, lo que provoca una dilatación anormal de estos espacios y un aumento de la presión intracraneal. El LCR es un líquido transparente e incoloro que rodea y protege el cerebro y la médula espinal. Normalmente, el LCR circula por el cerebro y la médula espinal, proporcionando nutrientes, eliminando desechos y actuando como amortiguador para proteger el tejido cerebral de lesiones. Sin embargo, en la hidrocefalia, el LCR no se absorbe adecuadamente o se produce en exceso, lo que lleva a su acumulación y aumento de la presión intracraneal (17,20).

La hidrocefalia puede ser congénita (presente al nacer) o adquirida debido a diversas causas. Dentro de las causas adquiridas se pueden incluir tumores cerebrales, hemorragias, infecciones, lesiones traumáticas o trastornos del desarrollo en la infancia.

Los síntomas de la hidrocefalia pueden variar según la edad y la gravedad de la condición. En los bebés, los signos pueden incluir un aumento del diámetro de la cabeza, fontanelas abombadas, irritabilidad, vómitos y retraso en el desarrollo. En los niños mayores y adultos, los síntomas pueden incluir dolores de cabeza, náuseas, problemas de visión, dificultades para caminar o mantener el equilibrio, cambios en la personalidad y problemas cognitivos (17).

El tratamiento de la hidrocefalia generalmente implica la colocación de una derivación o shunt cerebral. Este dispositivo se implanta quirúrgicamente y permite drenar el exceso de LCR desde los ventrículos cerebrales hacia otra parte del

cuerpo, generalmente el abdomen. Otras opciones de tratamiento pueden incluir la endoscopia cerebral para eliminar obstrucciones o la realización de una cirugía para corregir la causa subyacente de la hidrocefalia (17).

Epidemiología de la hidrocefalia.

La epidemiología de la hidrocefalia puede variar en diferentes países y regiones. La incidencia y prevalencia de la hidrocefalia pueden variar dependiendo de varios factores, como la disponibilidad de atención médica especializada, el acceso a pruebas de detección prenatal, los avances en técnicas de diagnóstico y tratamiento, y la prevalencia de enfermedades o condiciones subyacentes asociadas a la hidrocefalia.

En términos de incidencia, se estima que la hidrocefalia afecta aproximadamente a 1 de cada 500 a 1,000 nacimientos vivos. En recién nacidos, la hidrocefalia puede ser congénita, es decir, presente desde el nacimiento, o adquirida debido a factores como infecciones intrauterinas, malformaciones cerebrales o hemorragias cerebrales. La hidrocefalia congénita es más común en comparación con la adquirida (17).

La prevalencia de la hidrocefalia es de 85/100 000 para todas las edades, 88/100 000 para niños, 11/100 000 para adultos de 19 a 64 años y 175/100 000 para adultos mayores de 65 años. La prevalencia de hidrocefalia aumenta significativamente en adultos mayores y alcanza aproximadamente 400/100 000 en los mayores de 80 años (17).

Tipos de hidrocefalia y sus causas.

Existen diferentes tipos de hidrocefalia, clasificados principalmente según la causa subyacente. A continuación, se describen los tipos más comunes y sus causas asociadas:

1. **Hidrocefalia comunicante:** En este tipo de hidrocefalia, el flujo normal del líquido cefalorraquídeo (LCR) se encuentra obstruido después de que ha salido de los ventrículos cerebrales, en su camino hacia los espacios subaracnoideos que rodean el cerebro. Las causas de la hidrocefalia comunicante pueden incluir:

- Hemorragia subaracnoidea: Un sangrado en el espacio subaracnoideo puede bloquear la absorción adecuada del LCR (17).
 - Infecciones: Algunas infecciones, como la meningitis, pueden obstruir la reabsorción normal del LCR y provocar hidrocefalia comunicante (17).
 - Traumatismos craneoencefálicos: Lesiones en la cabeza pueden dañar los vasos sanguíneos y dificultar el drenaje del LCR (17).
2. Hidrocefalia no comunicante u obstructiva: En este tipo de hidrocefalia, hay una obstrucción en alguna parte del sistema ventricular, lo que impide el flujo normal del LCR. Algunas causas incluyen:
- Malformaciones congénitas: Anomalías en el desarrollo del sistema nervioso central, como estenosis del acueducto de Silvio o el síndrome de Dandy-Walker, pueden causar obstrucciones en los ventrículos.
 - Tumores cerebrales: Los tumores pueden bloquear el flujo del LCR y causar hidrocefalia no comunicante.
 - Quistes: Quistes en el cerebro, como el quiste aracnoideo, pueden obstruir el flujo normal del LCR.
 - Hemorragias intraventriculares: Sangrado dentro de los ventrículos cerebrales puede obstruir el flujo del LCR.

Importancia clínica y consecuencias de la hidrocefalia no tratada.

La hidrocefalia es una afección médica seria que requiere atención y tratamiento adecuados. Si no se trata, la hidrocefalia puede tener varias consecuencias clínicas significativas, tanto a corto como a largo plazo. Algunas de las implicaciones clínicas de la hidrocefalia no tratada son las siguientes:

1. Aumento de la presión intracraneal: La acumulación de líquido cefalorraquídeo (LCR) en los ventrículos cerebrales conduce a un aumento de la presión intracraneal. Esto puede comprimir y dañar el tejido cerebral circundante, lo que puede causar daño neurológico irreversible (21).
2. Deterioro neurológico: El aumento de la presión intracraneal y la compresión del tejido cerebral pueden afectar la función neurológica. Los síntomas pueden incluir dolores de cabeza persistentes, náuseas, vómitos, visión borrosa, cambios en el

comportamiento, disminución del nivel de alerta, dificultades en la marcha y problemas cognitivos (20).

3. Daño cerebral: El cerebro puede sufrir daños significativos debido a la compresión y el aumento de la presión. Esto puede llevar a problemas de desarrollo y retrasos en los niños, así como a déficits cognitivos y neurológicos permanentes en adultos si la hidrocefalia no se trata adecuadamente (17).
4. Hidrocefalia de presión normal: En algunos casos de hidrocefalia no tratada, puede desarrollarse hidrocefalia de presión normal. Esta condición se caracteriza por la acumulación de LCR en los ventrículos cerebrales, pero con una presión intracraneal dentro del rango normal. Los síntomas típicos incluyen dificultades en la marcha, incontinencia urinaria y deterioro cognitivo. Si no se trata, la hidrocefalia de presión normal puede provocar una disminución significativa de la calidad de vida y discapacidad (17).
5. Complicaciones a largo plazo: La hidrocefalia no tratada puede provocar complicaciones graves a largo plazo. Estas pueden incluir atrofia cerebral, hidrocefalia crónica con deterioro cognitivo progresivo, pérdida de la función neurológica, discapacidad física y disminución de la esperanza de vida (17).

Es importante destacar que la hidrocefalia es una condición tratable. El tratamiento adecuado, que puede incluir la colocación de una derivación ventricular, la realización de una cirugía para corregir la obstrucción o el manejo médico de la hidrocefalia de presión normal, es esencial para prevenir o limitar las consecuencias clínicas negativas asociadas con la hidrocefalia no tratada.

Relación entre hidrocefalia y HSA:

La hemorragia subaracnoidea (HSA) y la hidrocefalia pueden estar relacionadas debido a la ubicación anatómica y las consecuencias de la hemorragia en el cerebro. La hemorragia subaracnoidea es una condición en la que hay sangrado en el espacio subaracnoideo, que es el área entre el cerebro y las membranas que lo cubren (meninges). La causa más común de la HSA es la ruptura de un aneurisma cerebral, una debilidad en la pared de un vaso sanguíneo en el cerebro. Otros

factores, como los traumatismos craneoencefálicos y los trastornos de la coagulación, también pueden dar lugar a una HSA (20,21).

La hidrocefalia, por otro lado, es una condición en la que hay una acumulación anormal de líquido cefalorraquídeo (LCR) en el cerebro. El LCR circula por los ventrículos cerebrales y el espacio subaracnoideo, proporcionando nutrición y protección al cerebro. Sin embargo, en la hidrocefalia, puede haber una obstrucción en la circulación del LCR o una absorción inadecuada del mismo, lo que lleva a su acumulación y al aumento de la presión en el cerebro (21).

La hemorragia subaracnoidea puede provocar hidrocefalia de varias maneras. Primero, el sangrado en el espacio subaracnoideo puede obstruir la circulación normal del LCR y causar su acumulación, lo que lleva a la hidrocefalia secundaria. Además, si la hemorragia afecta los ventrículos cerebrales o las estructuras que producen o absorben el LCR, puede interrumpir el equilibrio normal del flujo del LCR y dar lugar a hidrocefalia (21).

La hidrocefalia después de una hemorragia subaracnoidea puede presentarse inmediatamente después del evento hemorrágico o desarrollarse gradualmente en los días o semanas posteriores. Los síntomas de la hidrocefalia pueden incluir dolor de cabeza, náuseas, vómitos, cambios (21)

Mecanismos que pueden llevar al desarrollo de hidrocefalia después de una HSA aneurismática.

Después de una hemorragia subaracnoidea aneurismática (HSAa), pueden ocurrir varios mecanismos que pueden llevar al desarrollo de hidrocefalia. Algunos de estos mecanismos incluyen:

1. Obstrucción mecánica del flujo de líquido cefalorraquídeo (LCR): El sangrado en el espacio subaracnoideo puede obstruir los pasajes normales por los cuales fluye el LCR, como los agujeros de Luschka y Magendie en el cuarto ventrículo, o los espacios subaracnoideos alrededor de los ventrículos cerebrales. Esta obstrucción puede dificultar el drenaje adecuado del LCR y conducir a la acumulación de líquido y al desarrollo de hidrocefalia (19,20).

2. Inflamación y reabsorción deficiente del LCR: La presencia de sangre en el espacio subaracnoideo puede desencadenar una respuesta inflamatoria en el cerebro, lo que puede afectar la capacidad de reabsorción del LCR. La inflamación puede provocar una disminución en la absorción normal del LCR en los tejidos y dificultar su circulación y drenaje adecuados, lo que puede resultar en hidrocefalia (19).
3. Vasoespasmo cerebral: Después de una HSA aneurismática, puede ocurrir vasoespasmo cerebral, que es el estrechamiento de los vasos sanguíneos en el cerebro debido a la irritación causada por el sangrado y la liberación de sustancias vasoconstrictoras. El vasoespasmo puede afectar la circulación cerebral y disminuir el flujo sanguíneo, lo que a su vez puede alterar el equilibrio del LCR y contribuir al desarrollo de hidrocefalia (19).
4. Bloqueo del sistema de derivación ventricular: En algunos casos, se puede realizar una derivación ventricular externa (DVE) para drenar el exceso de líquido cefalorraquídeo y controlar la hidrocefalia después de una HSA aneurismática. Sin embargo, si la sangre o los coágulos obstruyen la DVE, el flujo de LCR puede verse afectado, lo que puede provocar hidrocefalia (19).

Es importante destacar que no todos los pacientes con HSA aneurismática desarrollan hidrocefalia y que la hidrocefalia después de una HSA puede variar en su gravedad y presentación clínica. El monitoreo y tratamiento adecuados son fundamentales para manejar la hidrocefalia y minimizar sus efectos en el paciente.

Frecuencia de hidrocefalia secundaria a HSA aneurismática.

La prevalencia y frecuencia de hidrocefalia secundaria a una hemorragia subaracnoidea (HSA) aneurismática pueden variar según diferentes estudios y poblaciones.

La incidencia de hidrocefalia después de una HSA aneurismática varía considerablemente, pero se estima que ocurre en aproximadamente el 20% al 30% de los casos. Es importante tener en cuenta que esta cifra ya que puede fluctuar y depender de múltiples factores, como la gravedad y la localización de la hemorragia, la presencia de complicaciones adicionales y los tratamientos aplicados (2).

La hidrocefalia puede presentarse en diferentes momentos después de la HSA aneurismática. Algunos estudios han informado que la hidrocefalia puede desarrollarse en las primeras semanas posteriores al evento hemorrágico, mientras que otros indican que puede surgir de forma tardía, incluso varios meses después. En algunos casos, la hidrocefalia puede ser un fenómeno transitorio y resolverse de forma espontánea, mientras que en otros puede ser crónica y requerir intervención médica o quirúrgica.

La presencia de hidrocefalia después de una HSA aneurismática se ha asociado con peores resultados clínicos y pronóstico, incluyendo un aumento en la mortalidad y en la discapacidad neurológica a largo plazo (2).

Cabe destacar que los avances en el manejo y tratamiento de la HSA aneurismática, así como en las técnicas quirúrgicas y los cuidados intensivos, han mejorado la atención de estos pacientes en las últimas décadas. Esto ha contribuido a una reducción en la frecuencia y gravedad de la hidrocefalia secundaria y a una mejor calidad de vida para aquellos que la desarrollan.

Factores de riesgo y predictores identificados en estudios previos.

En estudios previos, se han identificado varios factores de riesgo y predictores asociados al desarrollo de hidrocefalia secundaria a una hemorragia subaracnoidea (HSA) aneurismática. Algunos de los factores de riesgo y predictores comunes identificados incluyen:

1. Gravedad de la hemorragia: La extensión y la gravedad de la hemorragia subaracnoidea pueden influir en el desarrollo de hidrocefalia. Hemorragias más extensas y graves pueden aumentar el riesgo de hidrocefalia (7).
2. Localización del aneurisma: Algunos estudios han sugerido que los aneurismas ubicados en ciertas áreas del cerebro, como el territorio de la arteria cerebral media, están asociados con un mayor riesgo de hidrocefalia (9).
3. Hidrocefalia aguda: La presencia de hidrocefalia aguda, que se desarrolla poco después de la HSA, se ha asociado con un mayor riesgo de hidrocefalia crónica y la necesidad de intervención quirúrgica (16).

4. Obstrucción de las cisternas basales: La obstrucción de las cisternas basales, se ha identificado como un factor de riesgo para el desarrollo de hidrocefalia (2).
5. Presencia de sangre intraventricular: La presencia de sangre en los ventrículos cerebrales, conocida como hemorragia intraventricular, ha sido identificada como un factor de riesgo para el desarrollo de hidrocefalia (11).
6. Infección: Las infecciones asociadas a la HSA aneurismática, como la meningitis, pueden aumentar el riesgo de hidrocefalia (11).
7. Edad avanzada: La edad avanzada se ha asociado con un mayor riesgo de hidrocefalia después de una HSA aneurismática (11).
8. Clipaje versus embolización: El método utilizado para tratar el aneurisma puede influir en el riesgo de hidrocefalia. Algunos estudios han sugerido que el tratamiento mediante embolización endovascular puede estar asociado con un mayor riesgo de hidrocefalia en comparación con el tratamiento quirúrgico mediante el clipaje del aneurisma (9).

Es importante tener en cuenta que la identificación de estos factores de riesgo y predictores se basa en estudios observacionales y que la relación causal puede no estar completamente establecida. Además, la importancia relativa de estos factores puede variar entre diferentes estudios y poblaciones.

Estudios previos sobre factores de riesgo:

Se han realizado varios estudios previos para identificar factores predictivos asociados al desarrollo de hidrocefalia secundaria a una hemorragia subaracnoidea (HSA) aneurismática. A continuación, mencionaré algunos ejemplos de estudios relevantes:

1. Estudio de van Gijn et al. (1985): Este estudio retrospectivo incluyó a 319 pacientes con HSA aneurismática y encontró que la gravedad clínica al ingreso, evaluada mediante la escala de HH, fue un factor predictivo independiente de hidrocefalia. Los pacientes con una puntuación más alta en la escala tuvieron un mayor riesgo de desarrollar hidrocefalia (22).

2. Estudio de Claassen et al. (2002): En este estudio prospectivo que incluyó a 151 pacientes con HSA aneurismática, se identificó que la presencia de hidrocefalia aguda, evaluada mediante tomografía computarizada (TC) de seguimiento, fue un factor predictivo de hidrocefalia crónica y necesidad de derivación ventricular externa (23).
3. Estudio de Dorsch et al. (2002): En este estudio prospectivo que incluyó a 269 pacientes con HSA aneurismática, se encontró que la presencia de obstrucción de las cisternas basales en la TC de ingreso fue un factor predictivo independiente de hidrocefalia (24).
4. Estudio de Kwon et al. (2008): En este estudio prospectivo que incluyó a 331 pacientes con HSA aneurismática, se encontró que la edad avanzada, la presencia de sangre intraventricular, la extensión de la hemorragia y el aneurisma en la arteria cerebral media fueron factores de riesgo independientes para el desarrollo de hidrocefalia (25).
5. Estudio de Fargen et al. (2013): Este estudio retrospectivo analizó a 1,315 pacientes con HSA aneurismática y encontró que la presencia de sangre en el sistema ventricular en la TC de ingreso, la edad avanzada y el tamaño del aneurisma fueron factores de riesgo independientes para el desarrollo de hidrocefalia (26).

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se realizó un estudio de casos y controles, retrospectivo, analítico, observacional, el cual incluyó 121 casos con hidrocefalia que ameritó la colocación de un sistema de derivación ventricular definitivo y 291 controles con presencia de hemorragia subaracnoidea que no presentaron hidrocefalia con dependencia de sistema de derivación ventricular definitivo, población conformada por pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico y/o endovascular en el departamento de Neurocirugía del Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” del Centro Médico Nacional La Raza. Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México, durante el periodo de 1 de enero del 2018 al 31 de diciembre del 2022.

El objetivo principal del presente estudio fue describir los factores de riesgo para hidrocefalia en pacientes con hemorragia subaracnoidea de origen aneurismático.

Dentro de los objetivos secundarios se encuentran los siguientes: 1) Describir las características demográficas de la población de estudio, 2) Describir la frecuencia de hidrocefalia con dependencia de sistema definitivo de derivación ventricular en pacientes con hemorragia subaracnoidea aneurismática, 3) Describir la frecuencia del uso de tratamiento endovascular y microquirúrgico para asegurar aneurismas intracraneales rotos con hemorragia subaracnoidea secundaria.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: 1) Derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social, 2) Pacientes hombres y mujeres mayores de 18 años con diagnóstico de Hemorragia Subaracnoidea de novo secundaria a la ruptura de aneurisma cerebral en el periodo entre el 1º de enero 2018 y 31 de diciembre 2022, 3) Pacientes con los siguientes estudios radiológicos en el sistema de imágenes del hospital (HIS); TC de cráneo simple, Angiotomografía cerebral, Angiografía cerebral, 4) Pacientes con expediente clínico y/o electrónico en donde se identifiquen las variables a estudiar.

Criterios de inclusión para el grupo controles: Pacientes con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea aneurismática que recibieron tratamiento quirúrgico y/o endovascular en el departamento de Neurocirugía.

Criterios de inclusión para el grupo casos: Pacientes con diagnóstico de hidrocefalia secundaria a hemorragia subaracnoidea aneurismática que ameritaron colocación de sistema de derivación ventricular definitivo, tratados en el departamento de Neurocirugía.

Los criterios de exclusión fueron: 1) Paciente sin expediente clínico, sin hojas de técnica quirúrgica o estudio de imagen donde se corrobore el diagnóstico de hemorragia subaracnoidea aneurismática y variables a estudiar, 2) Paciente cuyo seguimiento se desconoce.

Los criterios de eliminación fueron: 1) Fallecimientos por causas no atribuibles a hidrocefalia ni a hemorragia subaracnoidea durante el periodo 2018 a 2022.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo, transversal, de casos y controles. Se analizaron todos los casos de pacientes derechohabientes del IMSS, mayores de 18 años, de ambos géneros, con el diagnóstico de hemorragia subaracnoidea secundaria a la ruptura de aneurisma cerebral tratados en el Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” CMN La Raza durante el periodo del 1º de enero del 2018 al 31 de diciembre del 2022, se dividió en 2 grupos, casos y controles según los criterios de selección antes mencionados. Los datos se obtuvieron del registro quirúrgico del Departamento de Neurocirugía y del expediente clínico y/o electrónico con ayuda del instrumento recolector de datos (anexo 5), así como también del sistema de imágenes del Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” CMN La Raza.

Análisis Estadístico:

Para conocer las características generales de la población, para las variables cuantitativas se determinó el tipo de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnoff, Si es > 0.05 se consideró normal, si cumple con éste supuesto entonces se calculó media y DE, en caso de tener libre distribución por un resultado de Kolmogorov < 0.05 se calculó mediana y RIC, para mostrar diferencias entre grupos

con distribución normal se usó la prueba paramétrica t de student, y con libre distribución se usó la prueba no paramétrica de U-Mann Whitney.

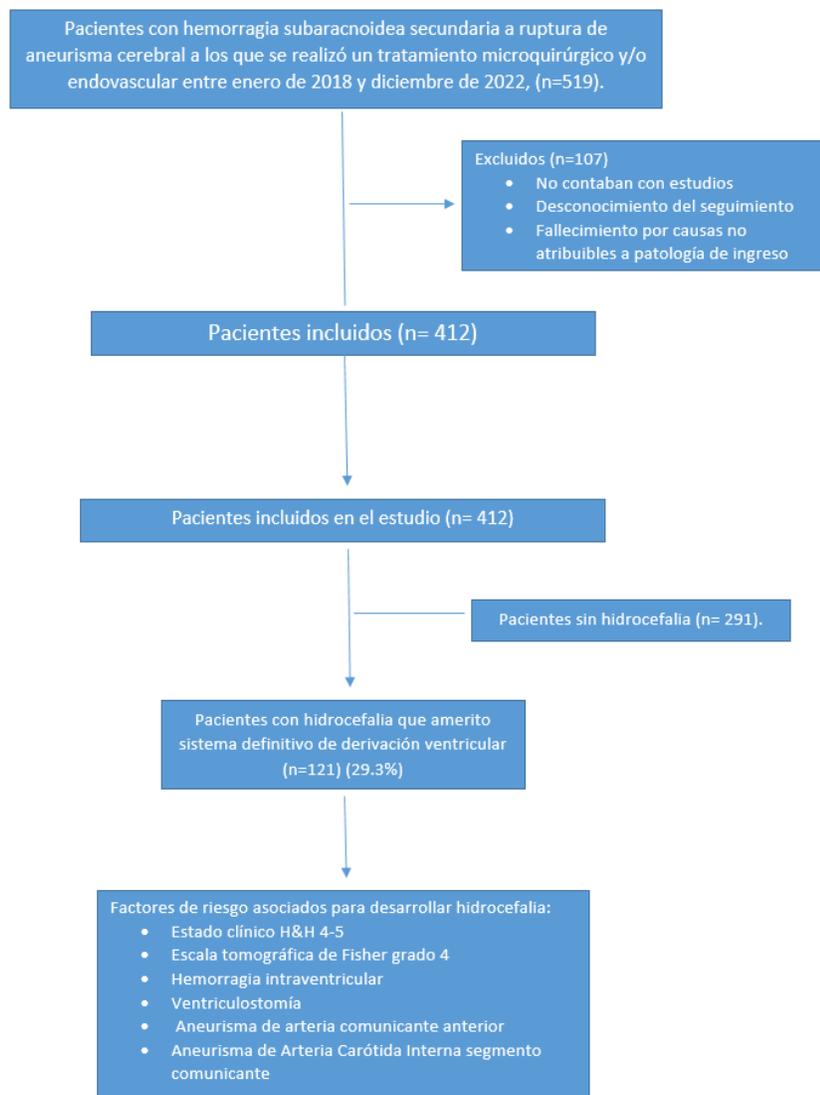
Para las variables cualitativas se calculó frecuencias y porcentajes y para postrar diferencias se usó Chi cuadrada de Pearson.

Para conocer los factores de riesgo asociados a hidrocefalia en pacientes con hemorragia subaracnoidea aneurismática se usó un modelo de regresión logística simple y se elaboró un modelo de regresión logística múltiple, considerando una asociación con el desenlace cuando el valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se registraron un total de 519 pacientes con hemorragia subaracnoidea de origen aneurismático sometidos a tratamiento de microcirugía y/o terapia endovascular en nuestra institución entre enero de 2018 y diciembre de 2022. De los 519 pacientes, se excluyeron 107, de los cuales 76 no contaban con estudios en nuestra unidad, 13 pacientes fallecieron por causas no atribuibles a la patología de ingreso y 18 pacientes de los cuales se desconocía su seguimiento, 412 fueron incluidos para el análisis, diagrama 1.

Diagrama 1

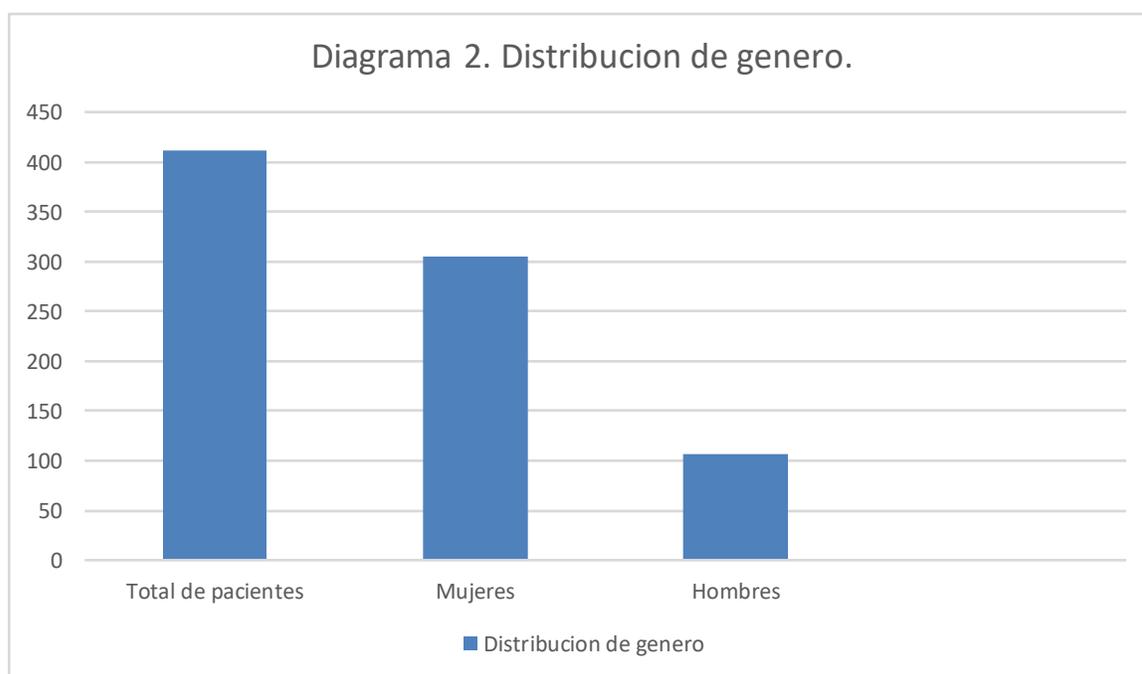


Del total de pacientes, 121 (29.3%) desarrollaron hidrocefalia que ameritó la colocación de un sistema definitivo de derivación ventricular. La mediana de edad de los pacientes fue de 60 años RIC 25,75 (51, 72) con un rango que iba de los 18 años hasta los 93 años. 305 (74%) fueron mujeres, tabla 1 y diagrama 2. Las comorbilidades asociadas de estos pacientes fueron hipertensión arterial en 75 (62%) de los casos, diabetes mellitus en 19 (15.7%) de los casos y tabaquismo en 46 (38%) pacientes. De los pacientes que desarrollaron hidrocefalia y dependencia de SDVP, 84 (69.4%) de los pacientes tenían el antecedente de haber requerido una ventriculostomía, y 24 (19.8%) habían tenido datos de neuroinfección, tabla 2.

Tabla 1. Características de la población con Hemorragia Subaracnoidea	
Edad, Mediana, RIC, años	60 (50,69)
Sexo, femenino	305 (74%)
H&H	
1	95 (23.1%)
2	209 (50.7%)
3	45 (10.9%)
4	57 (13.8%)
5	6 (1.5%)
Fisher	
1	56 (13.6%)
2	44 (10.7%)
3	147 (35.7%)
4	165 (40%)
Hemorragia intraventricular	154 (37.4%)
Hipertensión	279 (67.7%)
Diabetes Mellitus	97 (23.5%)
Tabaquismo	120 (29.1%)
Tratamiento, microcirugía	240 (58.3%)
Localización	
Aneurisma de arteria cerebral anterior	15 (3.6%)
Aneurisma de arteria comunicante anterior	102 (24.8%)
Aneurisma de segmento oftálmico de arteria carótida interna	58 (14.1%)
Aneurisma de arteria carótida interna segmento comunicante	117 (28.4%)
Aneurisma de arteria carótida interna segmento coroideo	2 (0.5%)
Aneurisma de arteria cerebral media	115 (27.9%)
Aneurisma del tope de la arteria basilar	3 (0.7%)
Aneurisma múltiples	33 (8%)
Resangrado	68 (16.5%)
Hidrocefalia	121 (29.4%)
Ventriculostomía	90 (21.8%)
Neuroinfección	24 (5.8%)
Días de estancia hospitalaria, mediana RIC,	15 (11, 17)

Para determinar la localización del aneurisma se utilizaron 2 tipos de estudio: angiografía cerebral y angiotomografía. La localización más frecuente para el grupo de casos fue el aneurisma de arteria carótida interna en segmento comunicante con un 36.4% y para el grupo control el aneurisma de arteria cerebral media con un 30.6 %, tabla 2.

El estatus de ruptura prequirúrgico y la escala de Fisher se determinaron mediante estudio de TC simple de cráneo realizado a todos los pacientes a su ingreso hospitalario, encontrando 356 pacientes con aneurismas rotos y 56 con aneurismas cerebrales no rotos (Fisher 1). El grado de Fisher 4 fue el más frecuente con 165 (40%) pacientes. Se identificaron 68 (16.5 %) pacientes que durante su estancia hospitalaria presentaron datos de deterioro neurológico y al realizarles nueva TC simple de cráneo se identificó resangrado del aneurisma cerebral, tabla 1.

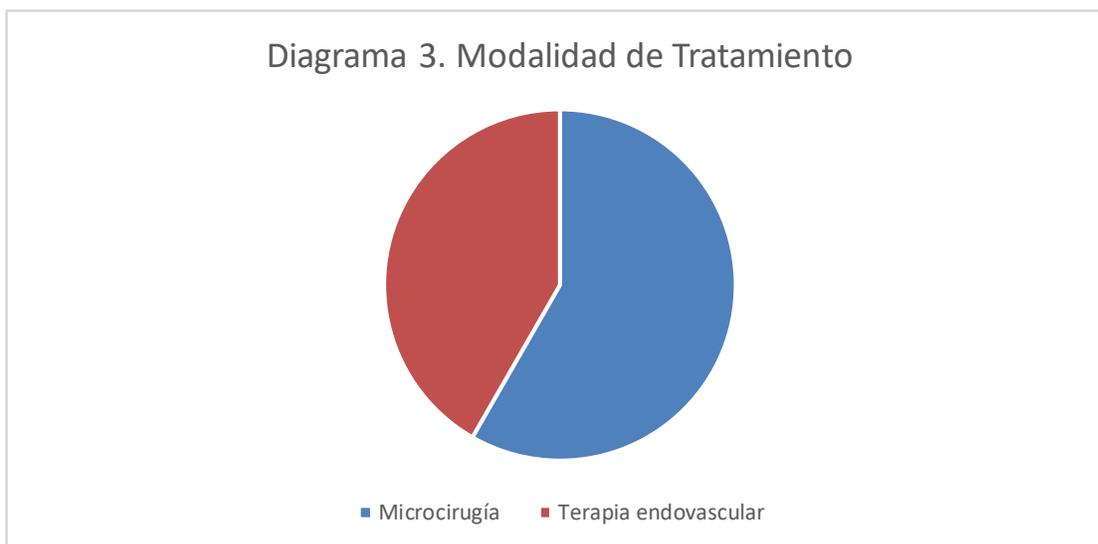


El estado clínico de cada paciente se determinó a través de las escalas de Hunt & Hess identificando 95 (23.1%) pacientes asintomáticos H&H 1, 209 (50.7%) pacientes con cefalea y/o rigidez de nuca moderada H&H 2, 45 (10.9%) pacientes con confusión y/o déficit neurológico focal leve H&H 3, 57 (13.8%) pacientes con estupor y/o hemiparesia moderada H&H 4, 6 (1.5%) pacientes en coma y/o con

signos de descerebración H&H 5. Un total de 240 pacientes (58.3%) se sometieron a una exclusión del aneurisma mediante clipaje microquirúrgico, el resto por terapia endovascular, diagrama 3.

Tabla 2. Comparación de las características de pacientes con Hemorragia Subaracnoidea de acuerdo al grupo			
VARIABLES	C/Hidrocefalia (Casos) n=121 (29.4%)	S/Hidrocefalia (Controles) n=391 (70.6%)	Valor de p
Edad, Mediana, RIC, años	61 (51,72)	59 (51,72)	^a .125
Sexo, femenino	93 (76.9%)	212 (72.9%)	^b .398
H&H			
1	26 (21.5%)	69 (23.7%)	^b .626
2	33 (27.3%)	176 (60.5%)	^b <.001
3	12 (9.9%)	33 (11.3%)	^b .673
4, 5	50 (41.3%)	13 (4.5%)	^b <.001
Fisher			
1	13 (10.7%)	43 (14.8%)	^b .277
2	6 (5%)	38 (13.1%)	^b .015
3	32 (26.4%)	115 (39.5%)	^b .012
4	70 (57.9%)	95 (32.6%)	^b <.001
Hemorragia intraventricular	70 (57.9%)	84 (28.9%)	^b <.001
Hipertensión	75 (62%)	204 (70.1%)	^b .108
Diabetes Mellitus	19 (15.7%)	78 (26.8%)	^b .016
Tabaquismo	46 (38%)	74 (25.4%)	^b .010
Tratamiento, microcirugía	65 (53.7%)	175 (60.1%)	^b .229
Localización			
Aneurisma de arteria cerebral anterior	3 (2.5%)	12 (4.1%)	^b .417
Aneurisma de arteria comunicante anterior	39 (32.2%)	63 (21.6%)	^b .023
Aneurisma de segmento oftálmico de arteria carótida interna	9 (7.4%)	49 (16.8%)	^b .012
Aneurisma de arteria carótida interna segmento comunicante	44 (36.4%)	73 (25.1%)	^b .021
Aneurisma de arteria carótida interna segmento coroideo	0 (0%)	2 (0.7%)	^c 1.0
Aneurisma de arteria carótida interna segmento coroideo	26 (21.5%)	89 (30.6%)	^b .061
Aneurisma de arteria cerebral media	0 (0%)	3 (1%)	^c .559
Aneurisma del tope de la arteria basilar			
Aneurisma múltiples	9 (7.4%)	24 (8.2%)	^b .783
Resangrado	16 (13.2%)	52 (17.9%)	^b .247
Complicaciones	38 (31.4%)	46 (15.8%)	^b <.001
Ventriculostomía	84 (69.4%)	6 (2.1%)	^b <.001
Neuroinfección	24 (19.8%)	0 (0%)	^b <.001
Días de estancia hospitalaria, mediana, RIC,	17 (14, 26)	15 (10, 15)	^a <.001
a. Prueba U Mann Whitney b. Chi 2 de Pearson c. Exacta de Fisher			

Respecto al desenlace clínico se determinó la escala de Rankin en cada uno de los pacientes. De los cuales; 169 (41%) de los pacientes pueden realizar actividades y tareas sin limitaciones, siendo lo más frecuente en nuestra unidad, tabla 1. La mediana para el número total de días de estancia hospitalaria fue de 15 días RIC 25,75 (11, 17). Para el grupo de casos, la mediana fue de 17 días RIC 25,75 (14, 26), de estancia intrahospitalaria y 15 días RIC 25,75 (10, 15) ($p < 0.001$) para el grupo control, como puede observarse en el diagrama 2.

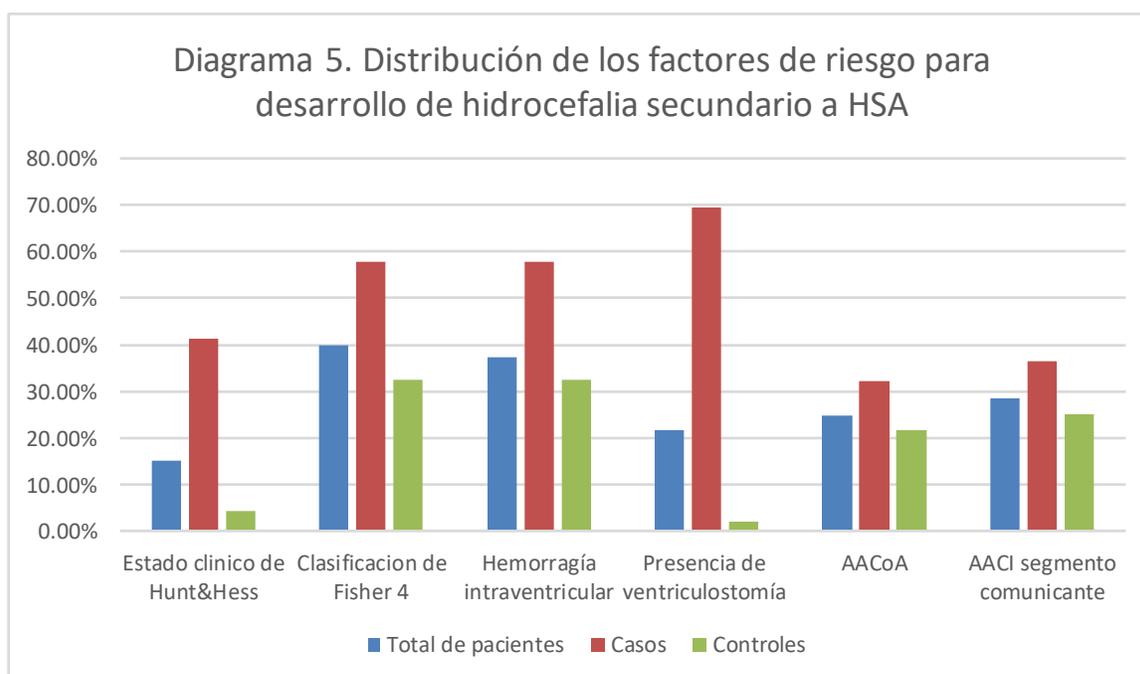
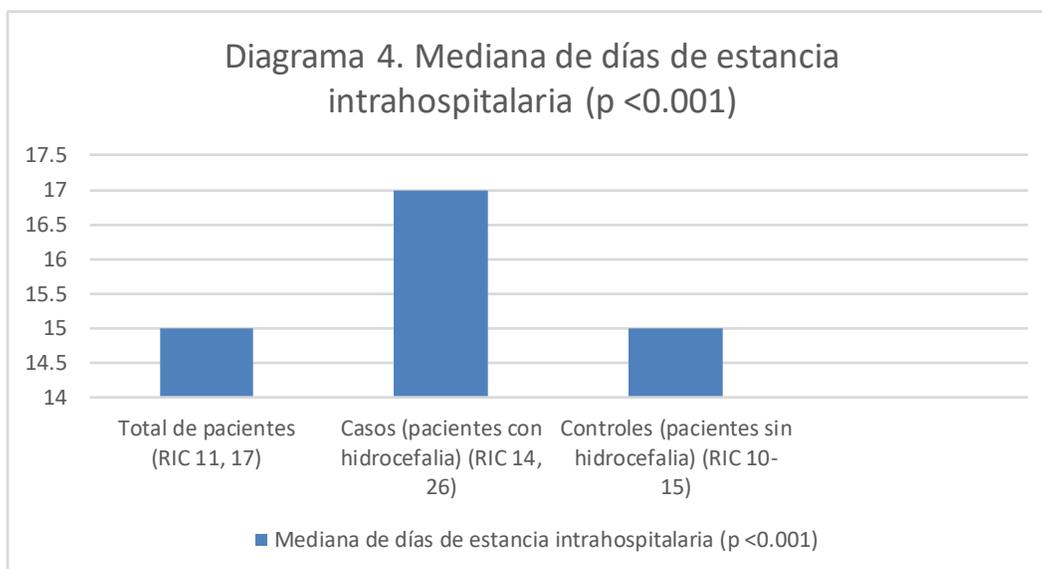


En el análisis multivariado se identificaron los siguientes factores asociados al desarrollo de hidrocefalia: 1) pacientes que tenían un peor estado clínico a su ingreso H&H 4 y 5 (41.3% vs 4.5%, $p < 0.001$; OR 12.220, IC 95% 6.264-23.838.), 2) se observó mayor grado de hemorragia subaracnoidea en la clasificación de Fisher 4 (57.9% vs 32.6%, $p < 0.001$; OR 2.83, 95% IC 1.831-4.380.), 3), la hemorragia intraventricular al ingreso fue de 57.9% vs 28.9%, $p < 0.001$; OR 3.382, 95% IC 2.176-5.257.), 4) Pacientes los cuales habían requerido la colocación de una ventriculostomía (69.4% vs 2.1%, $p < 0.001$; OR 107.838, 95% IC 44.008-264.247.), 5) la localización del aneurisma para el aneurisma de comunicante anterior (32.2% vs 21.6% $p < .024$; OR 1.721 IC 95% 1.073-2.76) y el aneurisma de arteria carótida interna segmento comunicante (36.4% vs 25.1 % $p < .021$; OR 1.706 IC 95% 1.082 – 2.691), tabla 3, 4 y diagrama 5. En cuanto a los días de estancia

hospitalaria se identificó que los pacientes que desarrollaron hidrocefalia se correlacionan con una mayor estancia hospitalaria, diagrama 4. Aunque para las demás variables no se demostró una correlación estadísticamente significativa cabe resaltar algunas variables que demostraron tener mayor fuerza de asociación con el desarrollo de hidrocefalia. Para la localización del aneurisma cerebral se encontró mayor fuerza de asociación para los aneurismas del segmento comunicante de la arteria carótida interna y de la arteria comunicante anterior. En cuanto a los antecedentes personales, el tabaquismo demostró mayor fuerza de asociación para los casos. La presencia de neuroinfección demostró tener mayor fuerza de asociación para los casos.

Tabla 4. Análisis multivariado para predecir hidrocefalia en pacientes con hemorragia subaracnoidea sin ajuste						
Variables	C/Hidrocefalia (Casos) n=121 (29.4%)	S/Hidrocefalia (Controles) n=391 (70.6%)	OR	IC 95%		p
				Inferior	Superior	
Hunt & Hess 4 y 5	50 (41.3%)	13 (4.5%)	15.060	7.756	29.24	<.001
Fisher 4	70 (57.9%)	95 (32.6%)	2.832	1.831	4.380	<.001
Hemorragia intraventricular	70 (57.9%)	84 (28.9%)	3.382	2.176	5.257	<.001
Tabaquismo	46 (38%)	74 (25.4%)	1.799	1.144	2.826	.011
Loc arteria comunicante anterior	39 (32.2%)	63 (21.6%)	1.721	1.073	2.761	.024
Loc arteria carótida interna Seg comunicante	44 (36.4%)	73 (25.1%)	1.706	1.082	2.691	.021
Ventriculostomía	84 (69.4%)	6 (2.1%)	107.838	44.008	264.247	<.001
Neuroinfección	24 (19.8%)	0 (0%)	7.189	.000		.997

Tabla 5. Análisis multivariado para predecir hidrocefalia en pacientes con hemorragia subaracnoidea ajustado						
Variables	C/Hidrocefalia (Casos) n=121 (29.4%)	S/Hidrocefalia (Controles) n=391 (70.6%)	OR	IC 95%		p
				Inferior	Superior	
Ventriculostomía	84 (69.4%)	6 (2.1%)	166.89	62.265	443.036	<.001
Neuroinfección	24 (19.8%)	0 (0%)	7.189E+9	.000		.997
Tabaquismo	46 (38%)	74 (25.4%)	3.605	1.646	7.895	.001
R2 .725						



DISCUSIÓN

La hemorragia subaracnoidea aneurismática es una condición médica grave que afecta a un gran número de pacientes en el Centro Médico Nacional de La Raza. Esta afección conlleva un alto riesgo de complicaciones, y una de ellas es el desarrollo de hidrocefalia. A pesar de los tratamientos actuales tanto como microquirúrgico como endovascular para aneurismas cerebrales rotos, la HSA por ruptura de aneurisma cerebral se asocia con una morbimortalidad elevada, siendo la hidrocefalia una complicación de la HSA que puede ocasionar desde problemas neurocognitivos leves hasta una discapacidad grave.

La incidencia de hidrocefalia posterior a una hemorragia subaracnoidea por ruptura aneurismática, según se informa en la literatura, oscila ampliamente entre el 10% y el 70% (32,33). Las diferencias pueden explicarse por los criterios diagnósticos empleados y por la selección de pacientes. También se ha informado que del 20 al 30% de los pacientes con hidrocefalia aguda requerirán la colocación de una derivación ventricular (34,35). En nuestro estudio se reporta una prevalencia del 29.3%, en 69.4% de éstos se requirió de una ventriculostomía previa, siendo éste el factor con mayor asociación para el desarrollo de hidrocefalia, lo cual es similar a lo encontrado en otros estudios (11). Diferentes instituciones e incluso médicos de la misma institución pueden tener diferentes criterios en la toma de decisiones con respecto a qué pacientes con hemorragia subaracnoidea finalmente necesitarían una derivación ventricular y/o ventriculostomía. En nuestra institución, la decisión de colocar una derivación ventricular y o inserción de derivación ventricular fue decisión del médico tratante y no se registró la justificación de estas decisiones, lo que puede resultar en una heterogeneidad de los diferentes grupos de estudio.

El sexo femenino fue más frecuente en nuestra población de estudio (74%), lo que concuerda con la mayoría de las publicaciones internacionales (11,23). Se ha informado que los aneurismas de la arteria carótida interna y de la circulación posterior se asocian más a menudo con el desarrollo de hidrocefalia aguda (12, 19). En el presente estudio encontramos con mayor frecuencia la localización del aneurisma en el segmento comunicante de la arteria carótida interna y en la arteria

comunicante anterior para el grupo de los casos, con una diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, en el modelo de regresión logística no representó un factor de riesgo.

En cuanto a los días de estancia hospitalaria se identificó que los pacientes que desarrollaron hidrocefalia tienen una mayor estancia hospitalaria, probablemente en relación con complicaciones con la colocación de derivación ventricular, tales como la neuroinfección que se presentó en el 19.8% del grupo de casos.

Los factores de riesgo más comunes para desarrollar hidrocefalia posterior a hemorragia subaracnoidea reportados en estudios previos son: la edad, la ubicación del aneurisma, el pobre estado neurológico a su ingreso (HH 4 y 5), la presencia de hemorragia intraventricular inicial y la cantidad de hemorragia en el espacio subaracnoideo, (11, 36, 37). Por nuestra parte, no encontramos a la edad como un factor de riesgo. Encontramos los siguientes factores de riesgo: El estado clínico grado 4 y 5 de Hunt y Hess OR 15.06, en el estado radiológico el grado 4 de Fisher (OR 2.83) y la presencia de Hemorragia intraventricular (OR 3.38), en la localización del aneurisma en la arteria comunicante anterior (OR 1.72) y en el segmento comunicante de la arteria carótida interna (1.70); el uso de ventriculostomía por hidrocefalia aguda (OR 107.8), Neuroinfección (OR 7.18) y Tabaquismo (OR 7.79), lo anterior concuerda con lo publicado en estudios anteriores (11, 36, 37),.Tabla 4.

Al realizar el modelo de regresión logística múltiple se identificaron 3 factores que se asocian fuertemente con el desarrollo de hidrocefalia y dependencia de válvula de derivación ventrículo-peritoneal que son el uso previo de Ventriculostomía, la presencia de neuroinfección y el antecedente de tabaquismo. Éste modelo predice el 72% del desenlace.

En nuestro país se ha publicado muy poco en relación a la evaluación de los factores de riesgo asociados para el desarrollo de hidrocefalia en pacientes con hemorragia subaracnoidea aneurismática, por lo mencionado anteriormente, destaca la importancia del presente estudio de casos y controles.

Identificamos algunas limitaciones en nuestro estudio: se trata de un estudio retrospectivo, donde se obtuvieron los datos contenidos en los expedientes clínicos por lo que no existe la posibilidad de controlar variables en la modalidad de tratamiento.

Se necesitan más pruebas y casos para desarrollar un modelo de función más aplicable y utilizable clínicamente.

CONCLUSIÓN.

Los factores de riesgo para desarrollar hidrocefalia y dependencia de válvula de derivación ventrículo peritoneal son: la colocación de ventriculostomía por hidrocefalia aguda en pacientes con hemorragia subaracnoidea de origen aneurismático, siendo este el factor con mayor asociación, la presencia de neuroinfección y el tabaquismo. La presencia de estos factores de riesgo debe hacer sospechar al médico sobre la necesidad de colocar un sistema de derivación ventricular definitivo en algún momento de la evolución del paciente, esta complicación demanda un diagnóstico correcto y tratamiento oportuno ya que impacta en el desenlace clínico de los pacientes y su estado funcional. En la población de nuestro estudio la prevalencia de hidrocefalia es 29.3%, y la modalidad de tratamiento microquirúrgico fue de 58.3%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Darkwah Oppong M, Buffen K, Pierscianek D, Herten A, Ahmadipour Y, Dammann P, Rauschenbach L, Forsting M, Sure U, Jabbarli R. Secondary hemorrhagic complications in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: when the impact hits hard. *J Neurosurg.* 2019 Jan 25;1-8.
2. Palasz J, D'Antona L, Farrell S, Elborady MA, Watkins LD, Toma AK. External ventricular drain management in subarachnoid haemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2022 Feb;45(1):365-373.
3. Rostgaard N, Olsen MH, Capion T, MacAulay N, Juhler M. Inflammatory Markers as Predictors of Shunt Dependency and Functional Outcome in Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Biomedicines.* 2023 Mar 23;11(4):997.
4. Jabbarli R, Bohrer AM, Pierscianek D, Müller D, Wrede KH, Dammann P, El Hindy N, Özkan N, Sure U, Müller O. The CHES score: a simple tool for early prediction of shunt dependency after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Eur J Neurol.* 2016 May;23(5):912-8.
5. Said M, Gümüs M, Rodemerk J, Chihi M, Rauschenbach L, Dinger TF, Darkwah Oppong M, Dammann P, Wrede KH, Sure U, Jabbarli R. The value of ventricular measurements in the prediction of shunt dependency after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Acta Neurochir (Wien).* 2023 Jun;165(6):1545-1555.
6. Diesing D, Wolf S, Sommerfeld J, Sarrafzadeh A, Vajkoczy P, Dengler NF. A novel score to predict shunt dependency after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg.* 2018 May;128(5):1273-1279.
7. García S, Torné R, Hoyos JA, Rodríguez-Hernández A, Amaro S, Llull L, López-Rueda A, Enseñat J. Quantitative versus qualitative blood amount assessment as a predictor for shunt-dependent hydrocephalus following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg.* 2018 Dec 21;131(6):1743-1750.
8. Koyanagi M, Fukuda H, Saiki M, Tsuji Y, Lo B, Kawasaki T, Ioroi Y, Fukumitsu R, Ishibashi R, Oda M, Narumi O, Chin M, Yamagata S, Miyamoto S. Effect of choice of treatment modality on the incidence of shunt-dependent hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg.* 2018 Mar 9;130(3):949-955.

9. Yamada S, Ishikawa M, Yamamoto K, Ino T, Kimura T, Kobayashi S; Japan Standard Stroke Registry Study Group. Aneurysm location and clipping versus coiling for development of secondary normal-pressure hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: Japanese Stroke DataBank. *J Neurosurg.* 2015 Dec;123(6):1555-61.
10. Nia AM, Lall RR, Kan P, Srinivasan VM. Trends and Outcomes of Endovascular Embolization and Surgical Clipping for Ruptured Intracranial Aneurysms: A Propensity-Matched Study of 1332 Patients in the United States. *World Neurosurg.* 2022 May;161:e674-e681.
11. Xie Z, Hu X, Zan X, Lin S, Li H, You C. Predictors of Shunt-dependent Hydrocephalus After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage? A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2017 Oct;106:844-860.e6.
12. Di Russo P, Di Carlo DT, Lutenberg A, Morganti R, Evins AI, Perrini P. Shunt-dependent hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg Sci.* 2020 Apr;64(2):181-189.
13. Yang YC, Yin CH, Chen KT, Lin PC, Lee CC, Liao WC, Chen JS. Prognostic Nomogram of Predictors for Shunt-Dependent Hydrocephalus in Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage Receiving External Ventricular Drain Insertion: A Single-Center Experience and Narrative Review. *World Neurosurg.* 2021 Jun;150:e12-e22.
14. Lai L, Morgan MK. Predictors of in-hospital shunt-dependent hydrocephalus following rupture of cerebral aneurysms. *J Clin Neurosci.* 2013 Aug;20(8):1134-8.
15. Yang TC, Chang CH, Liu YT, Chen YL, Tu PH, Chen HC. Predictors of shunt-dependent chronic hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Eur Neurol.* 2013;69(5):296-303.
16. Widenka DC, Wolf S, Schürer L, Plev DV, Lumenta CB. Factors leading to hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurol Neurochir Pol.* 2000;34(6 Suppl):56-60.
17. Lin CL, Kwan AL, Howng SL. Acute hydrocephalus and chronic hydrocephalus with the need of postoperative shunting after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Kaohsiung J Med Sci.* 1999 Mar;15(3):137-45.

18. Yu H, Zhan R, Wen L, Shen J, Fan Z. The relationship between risk factors and prognostic factors in patients with shunt-dependent hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Craniofac Surg*. 2014 May;25(3):902-6.
19. Sugawara T, Maehara T, Nariai T, Aoyagi M, Ohno K. Independent predictors of shunt-dependent normal pressure hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg Sci*. 2016 Jun;60(2):154-8.
20. Qian C, Yu X, Chen J, Gu C, Wang L, Chen G, Dai Y. Effect of the drainage of cerebrospinal fluid in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Oct;95(41):e5140.
21. Vale FL, Bradley EL, Fisher WS 3rd. The relationship of subarachnoid hemorrhage and the need for postoperative shunting. *J Neurosurg*. 1997 Mar;86(3):462-6
22. Van Gijn J, van Dongen KJ, Vermeulen M, Hijdra A. Perimesencephalic hemorrhage: a nonaneurysmal and benign form of subarachnoid hemorrhage. *Neurology*. 1985 Apr;35(4):493-7.
23. Claassen J, Carhuapoma JR, Kreiter KT, Du EY, Connolly ES, Mayer SA. Global cerebral edema after subarachnoid hemorrhage: frequency, predictors, and impact on outcome. *Stroke*. 2002 May;33(5):1225-32.
24. Dorsch NW. Therapeutic approaches to vasospasm in subarachnoid hemorrhage. *Curr Opin Crit Care*. 2002 Apr;8(2):128-33.
25. Kwon OY, Kim YJ, Kim YJ, Cho CS, Lee SK, Cho MK. The Utility and Benefits of External Lumbar CSF Drainage after Endovascular Coiling on Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *J Korean Neurosurg Soc*. 2008 Jun;43(6):281-7.
26. Fargen KM, Neal D, Rahman M, Hoh BL. The prevalence of patient safety indicators and hospital-acquired conditions in patients with ruptured cerebral aneurysms: establishing standard performance measures using the Nationwide Inpatient Sample database. *J Neurosurg*. 2013 Dec;119(6):1633-40.
27. Demirgil BT, Tugcu B, Postalci L, Guclu G, Dalgic A, Oral Z. Factors Leading to Hydrocephalus after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Minim Invas Neurosurg* 2003; 46: 344-348.
28. Cnión. Reglamento de la ley general de salud en materia de protección social en salud. In: general sa, editor. Mexico2014.

29. General cds. Norma oficial mexicana nom-012-ssa3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos. In: salud siad, editor. Mexico2009.
30. Nión. Ley federal de protección de datos personales en posesión de los particulares. In: general s, editor. Mexico2010.
31. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos [Internet]. México; 2009 Nov 05 [Citado 2022 May 04]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013#:~:text=NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM%2D012,la%20salud%20en%20seres%20humanos.
32. Hasan D, Vermeulen M, Wijdicks EF, Hijdra A, van Gijn J. Management problems in acute hydrocephalus after subarachnoid hemorrhage. *Stroke*. 1989 Jun;20(6):747-53.
33. Lin CL, Kwan AL, Howng SL. Acute hydrocephalus and chronic hydrocephalus with the need of postoperative shunting after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Kaohsiung J Med Sci*. 1999 Mar;15(3):137-45.
34. Mehta V, Holness RO, Connolly K, Walling S, Hall R. Acute hydrocephalus following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Can J Neurol Sci*. 1996 Feb;23(1):40-5.
35. van Gijn J, Hijdra A, Wijdicks EF, Vermeulen M, van Crevel H. Acute hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg*. 1985 Sep;63(3):355-62.
36. de Oliveira JG, Beck J, Setzer M, Gerlach R, Vatter H, Seifert V, et al. Risk of shunt-dependent hydrocephalus after occlusion of ruptured intracranial aneurysms by surgical clipping or endovascular coiling: a single-institution series and meta-analysis. *Neurosurgery*. 2007 Nov;61(5):924-33.
37. Chen S, Luo J, Reis C, Manaenko A, Zhang J. Hydrocephalus after Subarachnoid Hemorrhage: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Biomed Res Int*. 2017;2017:8584753.

ANEXOS

Anexo 1. Escala de Hunt & Hess

Grado	Criterios	Mortalidad Perioperatoria	Supervivencia
1	Asintomático, o leve cefalea y leve rigidez de nuca.	0-5%	70%
2	Cefalea o rigidez de nuca moderada o severa, o paresia de par craneal.	2-10%	60%
3	Somnoliento o confuso o con focalidad neurológica leve.	10-18%	50%
4	Estuporoso o déficit neurológico moderado, o severo.	60-70%	20%
5	Coma profundo. Moribundo, con insuficiencia de los centros vitales y rigidez extensora.	70-100%	10%

Anexo 2. Escala WFNS

GRADO	CRITERIO
1	Escala de coma de Glasgow 15, sin déficit motor
2	Escala de coma de Glasgow 13-14, sin déficit motor
3	Escala de coma de Glasgow 13-14, con déficit motor
4	Escala de coma de Glasgow 7-12, con o sin déficit motor
5	Escala de coma de Glasgow 3-6, con o sin déficit motor

Anexo 3. Escala de Rankin

Grado	Criterio
0	Asintomático
1	Puede realizar tareas y actividades sin limitaciones
2	Incapacidad para realizar algunas actividades previas, pero pueden valerse por sí mismos, sin necesidad de ayuda
3	Requieren algo de ayuda, pero pueden caminar solos
4	Dependientes para las actividades básicas de la vida diaria, pero sin necesidad de supervisión continua.
5	Totalmente dependientes, requieren asistencia continua.
6	Muerte

Anexo 4. Escala de Fisher

Grado	Criterio	Riesgo de vasoespasmio
1	Sin evidencia de sangrado	8%
2	Sangre fina, grosor de 1 mm en cisternas medida verticalmente	22%
3	Coagulo grueso cisternal grosor > 1mm, en cisternas medidas verticalmente	33%
4	Hematoma parenquimatoso, hemorragia intraventricular	23%

Anexo 5. Hoja de recolección de datos

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”
COORDINACIÓN DE UNIDADES DE ALTA ESPECIALIDAD
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA
SERVICIO DE NEUROCIRUGIA**

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS

Nombre _____ _____	Ocupación _____ Religión _____
No. Afiliación _____	Estado Civil _____
Tel. Fijo: _____ Cel: _____	Fecha del Ictus _____
Correo Electrónico: _____	Fecha de Ingreso al CMN _____
Sexo: _____ Edad _____	Fecha del Tratamiento _____
Fecha de Nacimiento _____	
Idioma _____	
Lat. manual Izq. _____ Der _____	

Antecedentes: Marque con una si es positivo X

Hipertensión Arterial Sistémica: _____ Diabetes Mellitus: _____ Tabaquismo: _____
Familiar con antecedente de HSA: _____

DATOS DEL ESTADO BASAL:

Grado Clínico HSA Hunt y Hess: _____ . Grado Clínico HSA WFNS: _____
Grado Radiológico HSA Fisher: _____ .
Presencia de Hemorragia Intracerebral: _____ Localización y tamaño: _____
Hemorragia Intraventricular: _____ Grado: _____
Edema Cerebral: _____ . Hidrocefalia: _____ Vasoespasmo Clínico: _____
Resangrado previo al tratamiento: _____

Localización del aneurisma:

Circulación anterior: Si _____. Especificar Localización y Lado: _____
Circulación posterior: Si _____. Especificar localización y Lado: _____
Tamaño del Saco del Aneurisma: _____. Tamaño del Cuello del aneurisma: _____
Fiebre en algún momento de la Hospitalización: _____ Neumonía: _____
Hiperglucemia en Hospitalización: _____ Hipertensión en Hospitalización: _____

Tiempo del Ictus al tratamiento: _____

DATOS DEL TRATAMIENTO

Tipo de tratamiento: _____

Microcirugía: _____

Complicaciones Intraoperatorias: _____ Sangrado: _____

Terapia Endovascular: _____

Complicaciones Intraoperatorias: _____

DATOS DEL ESTADO POSTOPERATORIO:

Escala de Glasgow postoperatorio Inmediato: _____

Ventilación mecánica: _____ Tiempo: _____

Vasoespasma Clínico: _____

Infarto cerebral: _____. Territorio: _____

Resangrado: _____

Hidrocefalia: _____

Colocación de Vávula: _____

Infecciones (especificar): _____

Escala de Rankin Modificada