



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIURUGIA
MANUEL VELASCO SUAREZ**

TESIS

**“VARIABILIDAD DE PRESIÓN DE PULSO COMPARADO CON DELTA CO₂,
EN LA REPOSICIÓN DE LÍQUIDOS EN PACIENTES INTERVENIDOS DE
CLIPAJE DE ANEURISMA”**

**PARA OBTENER EL TITULO DE SUBESPECIALISTA
EN NEUROANESTESIOLOGÍA**

PRESENTA

Dr. César Giovany Silva Arista

TUTOR DE TESIS

Dra. Luisa Piedad Manrique Carmona

Ciudad de México, Enero de 2019



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.



DR. PABLO LEON ORTIZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. LUIS GUILLERMO DÍAZ LÓPEZ
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUROANESTESIOLOGÍA

DRA. LUISA PIEDAD MANRIQUE CARMONA
TUTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres:

Por el amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día, se preocupan por mi avance y desarrollo durante ésta etapa en mi vida y se refleja cada día de mi vida.

Gracias a ustedes por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por cada creer y confiar en mí y en mis expectativas. Gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio... Gracias a mi padre, por siempre desear y anhelar lo mejor para mí en mi vida, por cada consejo y por cada una de sus palabras que han guiado mi vida.

A mi tutora de Tesis:

Por todo su apoyo incondicional en todo momento y ser la guía, a lo largo de éste largo camino de 2 años, que el día de hoy culmina con la elaboración de éste trabajo, que sin su ayuda, jamás hubiera sido posible... ¡Gracias doctora!

Gracias a Dios por bendecir cada día, con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que más me aman...

Í N D I C E

I.	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	5
II.	RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA	5
III.	ANTECEDENTES	5
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
V.	HIPÓTESIS	11
VI.	OBJETIVOS	12
VII.	JUSTIFICACIÓN	12
VIII.	METODOLOGÍA	12
IX.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	14
X.	CONSIDERACIONES FINANCIERAS	15
XI.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	15
XII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	16
XIII.	DISCUSIÓN	31
XIV.	CONCLUSIONES	33
XV.	REFERENCIAS	34

I. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN

“Variabilidad de Presión de Pulso comparado con Delta CO₂, en la reposición de líquidos en pacientes intervenidos de Clipaje de Aneurisma”

II. RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA

La hemorragia subaracnoidea es una extravasación de sangre en el espacio subaracnoideo, que produce signos y síntomas de irritación meníngea, principalmente por traumatismos craneoencefálicos. Sin embargo, la HSA primaria espontánea es con mayor frecuencia causada por la ruptura de un aneurisma cerebral, aunque existen otras causas como malformaciones vasculares, tumores cerebrales, alteraciones de la pared vascular, así como trastornos de la coagulación. Es considerada una de las patologías neurológicas más temidas por su elevada mortalidad y generación de dependencia. A nivel mundial, la edad de presentación más frecuente, es alrededor de los 55 años (66%), aumentando la incidencia a mayor edad; en Latinoamérica, se estima su prevalencia en alrededor de 7.4-28 / 100.000 / año y en México, la HSA comprende el 26% de todos los casos de enfermedad vascular cerebral y se registran anualmente de 28,000 a 33,000 casos / año. Se han implicado diversos factores de riesgo asociados a HSA, destacando edad, tabaquismo, etilismo, obesidad, dislipidemias, HAS, DM, enfermedades cardiacas, estrógenos, drogas simpaticomiméticas y síndromes genéticos asociados a colagenopatías. En la HSA aneurismática, la localización más frecuente es la arteria comunicante anterior (36%), seguida de cerebral media (26%), comunicante posterior (18%) y carótida interna (10%); asociado a una tasa de mortalidad global al alta hospitalaria del 22%, que se incrementa hasta el 26% si se consideran solo las aneurismáticas. El manejo hídrico durante el Clipaje de Aneurisma, es piedra angular en el manejo hemodinámico y necesita guiarse y llevarse de manera objetiva, utilizando parámetros hemodinámicos que sean de fácil medición y demostrar efectividad. Dentro de quirófano, la fluidoterapia, basado en monitoreo de VPP contra ΔpCO_2 , pretende mejorar el pronóstico en pacientes sometidos a cirugías de alto riesgo, mediante terapia hídrica guiada por objetivos, evitando de ésta manera, estados de hipoperfusión tisular que conlleven a presentar complicaciones que aumenten la morbimortalidad en los pacientes con HSA aneurismática.

III. ANTECEDENTES

La hemorragia subaracnoidea es una extravasación de sangre en el espacio subaracnoideo, que produce signos y síntomas de irritación meníngea, causado principalmente por traumatismos craneoencefálicos. Sin embargo, la HSA primaria espontánea es con mayor frecuencia causada por la ruptura de un aneurisma cerebral, aunque existen otras causas como las malformaciones vasculares, tumores cerebrales, alteraciones de la pared vascular, así como trastornos de la coagulación. Entre el 15-25% de los casos no se encuentra causa del sangrado constituyendo este grupo, la hemorragia subaracnoidea idiopática cuyo pronóstico es mucho más benigno.

Es considerada una de las enfermedades neurológicas más temidas por su elevada mortalidad y generación de dependencia, con un impacto económico superior al doble del estimado para el ictus isquémico (1).

Representa un 5% de los ictus (2,3) presentando un discreto incremento en los últimos 30 años debido al descenso en la incidencia de los otros subtipos de ictus, asociado al mejor control de factores de riesgo vascular, pero que no repercute de la misma manera en la HSA cuya incidencia permanece en 9 casos /100.000 habitantes-año, de acuerdo al estudio *European Registers of Stroke (EROS)* (2).

A nivel mundial, La edad de presentación más frecuente en la HSA es alrededor de los 55 años (66%), aumentando la incidencia a mayor edad, representando los mayores de 70 años el 17% de los casos. (3) En los estudios epidemiológicos analizados, se aprecia una mayor incidencia (entre 1.6 y 4.5 veces) en mujeres a partir de los 55 años.

En América Latina, se estima que la prevalencia de HSA, se encuentra aproximadamente alrededor de 7.4-28 por cada 100.000 personas por año, aunque según los estudios más exhaustivos dicha incidencia podría elevarse a 9 por cada 100.000 personas por año (4)

En México, la HSA comprende el 26% de todos los casos de enfermedad vascular cerebral y se registran aproximadamente de 28,000 a 33,000 casos al año en nuestro país, aunque evidentemente se tienen subregistros en cuanto a su prevalencia real. Recientemente se reportó un estudio multicéntrico realizado en hospitales de la Ciudad de México, una incidencia de 6.8% de casos de hemorragia subaracnoidea en un grupo de 669 pacientes con enfermedad vascular cerebral. La proporción de presentación respecto al género en la población mexicana de acuerdo a éste estudio es de 1.6 veces mayor en mujeres que en el varón (5)

En el caso de las HSA aneurismáticas, la localización más frecuente del aneurisma es la arteria comunicante anterior (36%), seguida de cerebral media (26%), comunicante posterior (18%) y carótida interna (10%). Un 9% de los casos son aneurismas de circulación posterior y aneurismas múltiples en un 20%. La incidencia de malformación arteriovenosa (MAV) asociada es inferior al 2%. En España, se realiza tratamiento reparador del aneurisma en el 85% de las HSA aneurismáticas, un dato significativamente mayor que los reportados en las series americanas publicadas (6). Dicho tratamiento se realizó en las primeras 72 horas en el 64% de los pacientes prefiriéndose el tratamiento endovascular en el 56% de los casos.

La tasa de mortalidad global medida al alta hospitalaria, es del 22%, que se incrementa hasta el 26% si se consideran solo las aneurismáticas. Estos resultados son equiparables a los encontrados en los meta-análisis publicados, que muestran una mortalidad del 25-30% calculada a los 30 días de evolución en países de desarrollados (7).

Existe una clara tendencia hacia el descenso en la mortalidad en los últimos 30 años, no asociado a una mayor tasa de dependencia. Los pacientes presentan una recuperación completa (definida como una puntuación en la *Glasgow Outcome Scale* en el 49% de los casos, y en el 64%, alcanzan el grado de independencia (definidos como GOS 4-5, equiparable a 0-2 puntos en la escala de Rankin modificada), siendo este porcentaje del 58% en el caso de HSA aneurismática, dato que concuerda con los resultados internacionales.

Estas elevadas cifras de morbimortalidad apoyan que se adopten protocolos de tratamiento urgentes y eficaces, basados en un análisis sistemático de la literatura, con el fin de incluir al mayor número posible de pacientes con HSA.

Se han implicado diversos factores de riesgo asociados a Hemorragia Subaracnoidea, dentro de los más conocidos edad, tabaquismo, etilismo, obesidad, dislipidemias, hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus, enfermedades cardiacas, uso de estrógenos, drogas simpaticomiméticas como la cocaína, e incluso síndromes genéticos con predisposición a desarrollar aneurismas como poliquistosis renal autosómica dominante o enfermedad de Ehlers-Danlos tipo IV Algunos estudios han descrito una mayor frecuencia de casos en relación a estaciones meteorológicas, al aparecer una mayor frecuencia en invierno o en relación a cambios de presión atmosférica (8). Sin embargo, estos datos no se han corroborado del todo en meta-análisis.

Dentro de los factores que influyen en el pronóstico de los pacientes con HSA, destaca la gravedad del sangrado inicial por el importante peso que tiene en la evolución final de la enfermedad. La hemorragia produce importantes y profundas reducciones del flujo sanguíneo cerebral asociadas a un incremento agudo de la presión intracraneal que desencadena un daño isquémico que se puede mantener más allá de los primeros momentos del sangrado. Estos procesos aunque cada vez más reconocidos no han encontrado todavía un tratamiento efectivo. Aunado a esto, la existencia de comorbilidades, dificultará el tratamiento y empeorará el pronóstico final del paciente.

La ruptura aneurismática, es la causa más común de hemorragia subaracnoidea (HSA) y se asocia con una alta morbimortalidad. Sólo 2 de cada 3 pacientes, alcanzan atención médica. En los EUA, se estima en 10 a 28 casos anuales por cada 100,000 habitantes. De éstos, la mitad muere antes de recibir atención médica De la mitad que alcanza a recibir atención médica, el 25 - 50% morirán o tendrán graves secuelas neurológicas. Sólo un tercio de este grupo de pacientes, tendrá una recuperación física adecuada. 4 – 5% de los pacientes con grados 1 – 3 morirán en espera de cirugía, 25% de los pacientes llegarán al hospital dentro de las primeras 24 horas de la hemorragia subaracnoidea (45% en grados 1 – 2) y 75% de los pacientes llegarán al hospital después de 72 horas de la hemorragia subaracnoidea (85% en grados 3-5). (9)

Los aneurismas no rotos tienen un riesgo de sangrado del 1-2% por año, mientras que los aneurismas que han sangrado tienen un riesgo de re-sangrado de 50% dentro de los primeros 6 meses, de la hemorragia inicial. Después de este período el riesgo de hemorragia repetida disminuye a 3% por año. Por otra parte, la ruptura intraoperatoria aneurismática, tiene una incidencia del 2-19% (10), teniendo como objetivo primordial posterior a la ruptura, el de mantener una adecuada perfusión sistémica, facilitar la pronta localización del sangrado y su control quirúrgico. El sangrado durante la reparación de un aneurisma no incrementa la morbimortalidad si se controla rápidamente; sin embargo, sangrados significativos en el espacio subaracnoideo, la ruptura intraoperatoria puede causar edema cerebral maligno refractario.

Actualmente, ha existido controversia en tratar de identificar correctamente a aquellos pacientes que son candidatos o no, a tratamiento quirúrgico mediante clipaje de aneurisma. De ahí, que se hayan desarrollado consensos como los establecidos en las “Guías para el

manejo de HSA de la *American Heart Association / American Stroke Association*, describiendo criterios y recomendaciones basadas en cuanto al tiempo de iniciado el ictus hemorrágico, comprendido dentro de las 4 primeras horas a las 96 horas, edad del paciente, presencia de lesiones ocupativas que hagan efecto de masa con aumentado la presión intracraneal. El estadio de acuerdo a la Escala de Hunt y Hess (III Y IV), las dimensiones del aneurisma, asociadas de manera directa con el estado clínico actual, presencia de vasoespasma sintomático, son considerados factores pronósticos negativos.

Pacientes con grados I y II son susceptibles de estudio angiográfico previo con vistas a la intervención quirúrgica y cierre del cuello del aneurisma mediante clipaje. Los pacientes en grados III y IV no deben ser operados a menos que mejoren su condición neurológica. Una contraindicación relativa es la edad mayor de 65 años.

En los casos de hemorragia cerebelosa con deterioro neurológico o datos de compresión de tronco encefálico y/o hidrocefalia por obstrucción ventricular, debe realizarse extracción quirúrgica de la hemorragia lo antes posible (Clase I; Nivel de evidencia B). En pacientes con hemorragias lobulares con un volumen > 30 mL y situados a una distancia de < 1 cm de la superficie, cabría considerar una evacuación de la HIC supratentorial mediante craneotomía estándar (Clase II-b; Nivel de evidencia B).

Las complicaciones relacionadas con el procedimiento quirúrgico son la perforación del aneurisma, con una prevalencia del 2,4% de los casos y complicaciones isquémicas, bien por embolismo arterial, oclusión o trombosis del vaso portador del aneurisma. (11) La eficacia del tratamiento de los aneurismas viene marcado por dos aspectos: disminuir el riesgo de re-sangrado y conseguir un tratamiento definitivo del aneurisma, es decir, conseguir su exclusión completa de la circulación cerebral.

Uno de los factores más importantes al momento de producirse hemorragia tras el clipaje, es el tamaño y la morfología del aneurisma tratado. Para los aneurismas mayores de 2 cm el sangrado es frecuente alcanzando hasta un 33% de probabilidades. El riesgo de recurrencia, es también alto en aquellos tratados de forma completa, siendo factores de riesgo para su crecimiento el mayor tamaño del aneurisma o su situación con respecto al flujo sanguíneo como la cerebral media o la basilar (12).

La hemorragia subaracnoidea tiene diferentes manifestaciones extraneurológicas. La disfunción cardiopulmonar es una de ellas y se manifiesta con disfunción miocárdica y edema agudo pulmonar. La liberación masiva de catecolaminas durante la hemorragia subaracnoidea condiciona lesión de las células miocárdicas, de los capilares pulmonares y edema pulmonar.

Dentro de los principales riesgos que se presentan secundario a hemorragia subaracnoidea, está el re-sangrado, complicación muy grave que conlleva entre un 50-70% de mortalidad. El período de mayor riesgo es el de las primeras 24 horas, tras el ictus y se produce en el 4% de los pacientes. En los 14 días subsecuentes, el riesgo acumulado se mantiene en torno al 15-25%, para posteriormente disminuir al 0,5%/día durante los días 15 a 30 respectivamente (13). Los factores de riesgo son: la demora en el ingreso e inicio de tratamiento; la PAS > 160mm Hg y el déficit neurológico al ingreso.

El vasoespasmo es una respuesta arterial a los depósitos de sangre subaracnoidea, probablemente secundaria a sustancias liberadas por la lisis del coágulo; con un pico de incidencia alrededor del 7º día, con una resolución gradual entre 2 y 4 semanas. La incidencia estimada de vasoespasmo angiográfico es de aproximadamente 2/3 de los pacientes, de los cuales 1/3 desarrollará síntomas isquémicos. Actualmente la mortalidad derivada de esta complicación ha disminuido notoriamente hasta un 7%, respecto a la década de los 60, donde representaba el 40% de las muertes por HSA (14). El tratamiento, mejor recomendado en isquemia secundaria a vasoespasmo es la prevención del mismo. La administración de fluidos es importante para evitar la hipovolemia, pero la hipervolemia profiláctica no confiere ningún beneficio. La recomendación en la terapia Triple H (Hipertensión: TAS > 150 mm Hg; Hemodilución: Hto. 30%; Hipervolemia: PVC 5-10 mm H₂O) para la prevención y tratamiento del vasoespasmo y complicaciones isquémicas, tiene un nivel de evidencia II-B (15), donde la hipervolemia/hemodilución aumenta el volumen sanguíneo y el gasto cardíaco, mejorando teóricamente las propiedades reológicas en la microcirculación cerebral a nivel de la penumbra isquémica por disminución de la viscosidad sanguínea.

El edema pulmonar neurogénico es una complicación potencialmente mortal en los pacientes con hemorragia subaracnoidea, asociado además, con otras entidades, como infarto cerebral, epilepsia, traumatismo craneoencefálico, tumores cerebrales metastásicos y encefalitis (16). Se define como el aumento de fluido intersticial y alveolar pulmonar como consecuencia directa de daño agudo al sistema nervioso central y puede ser causa de insuficiencia cardiopulmonar con consecuente hipoperfusión global e hipoxia. De acuerdo a la literatura, se ha reportado en 8 a 29% de los pacientes con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea clínicamente severas (escala de Hunt y Hess III y IV) (16). Estos pacientes deben considerarse hipovolémicos y, por tanto, con mayor riesgo de isquemia cerebral tardía, haciendo especialmente difícil el manejo de líquidos en estos pacientes. Para equilibrar estos objetivos es necesario reducir la precarga para mejorar la oxigenación y, en consecuencia, administrar líquidos a fin de mantener la normovolemia.

Por tal motivo, en la HSA aneurismática, se propone mantener a los pacientes normovolémicos, demostrando evidencia clínica actual de que esta condición, previene la aparición de vasoespasmo o sus complicaciones isquémicas. Se ha propuesto que en grados III y IV en Escala de Hunt-Hess y/o Fisher > o igual 3, la volemia sea evaluada mediante monitoreo hemodinámico, el cual se ha considerado actualmente piedra angular en el cuidado del paciente crítico, utilizado principalmente en los diversos estados de choque, como causa de hipoperfusión tisular, disfunción celular, daño orgánico y muerte.

La reanimación con fluidos es considerada la primera línea de terapia en pacientes hemodinámicamente inestables, sin embargo, hay cada vez más evidencia de que un balance hídrico positivo innecesario, se asocia con aumento de la morbimortalidad en pacientes con HSA.

Existen variables estáticas y dinámicas encaminadas a evaluar la respuesta a líquidos en estados de hipovolemia. La medición de la presión arterial mediante técnicas invasivas, gasto cardíaco, presión de oclusión de la arteria pulmonar, índice de volumen telediastólico ventricular derecho, saturación venosa central y mixta de O₂, monitoreo de la presión venosa central (PVC), entre otros, han demostrado muchas limitantes que pueden modificar su determinación, entre ellos valvulopatías, enfermedad pericárdica, arritmias, enfermedad miocárdica, hipertensión pulmonar entre otras. Así mismo, distintos autores en la actualidad

no prueban la utilidad de éstos parámetros, como medición indirecta del volumen o precarga en función de determinar un grado de choque y su uso como marcador objetivo en la reanimación con líquidos.

Por tanto, se han realizado revisiones sistemáticas, sobre parámetros hemodinámicos más confiables y eficaces, como la Variabilidad de Presión de Pulso (VPP) en predecir la respuesta a la sobrecarga de fluidos en el paciente crítico (17). La VPP, representa la diferencia entre la presión arterial sistólica y la diastólica. La presión de pulso es máxima (*PPmax.*) tras unos cuantos latidos después del final de la espiración, y mínima (*PPmin.*) posterior a presentarse unos latidos después de una inspiración. La diferencia entre la presión del pulso máxima y mínima, determina la variación de la presión del pulso (*VPP*). La diferencia entre la presión sistólica máxima y mínima define la variación de la presión sistólica (*SPV*), que comprende 2 valores (ΔUp y $\Delta Down$), de acuerdo con el valor de referencia de la presión arterial sistólica (*PPref*) (17).

Aunque no existe como tal, un parámetro hemodinámico considerado como *gold standard* en la reposición hídrica de pacientes en estado de choque, se ha considerado al ΔpCO_2 como un parámetro eficaz en la evaluación de la perfusión tisular en el postoperatorio de pacientes de cirugía cardiovascular. Éste parámetro, al ser de fácil realización puede ser un marcador útil para la evaluación de la adecuada reanimación en situaciones de hipoperfusión tisular o deuda de oxígeno no detectables por otros parámetros (18). Su medición, es al obtener simultáneamente muestras de sangre venosa y de sangre arterial, realizar el estudio gasométrico y posteriormente realizar el cálculo entre estos dos resultados.

La monitorización hemodinámica, debe ser un procedimiento sencillo, seguro, fácil de utilizar, operador independiente, coste efectivo, preciso y brindar la información suficiente para poder dirigir el tratamiento y maniobras de resucitación adecuadas. Por tanto, se ha demostrado que la Variabilidad de Presión de Pulso, es un parámetro técnicamente fácil de obtener, económico, al alcance y sobre todo ampliamente reproducible, que únicamente precisa la evaluación en la morfología de la onda arterial.

El manejo hídrico durante el Clipaje de Aneurisma, necesita hacerse de manera objetiva, utilizando parámetros hemodinámicos que sean de fácil medición y demostrar efectividad. Dentro de quirófano, la fluidoterapia, basado en el monitoreo de VPP contra ΔpCO_2 , pretende mejorar el pronóstico en pacientes sometidos a cirugías de alto riesgo, mediante terapia hídrica guiada por objetivos, evitando de ésta manera, estados de hipoperfusión tisular que conlleven a presentar complicaciones que aumenten la morbimortalidad en los pacientes con Hemorragia subaracnoidea aneurismática (19).

Para ello, existen escalas de medición pronóstica en pacientes con lesiones cerebrales, secundario a traumatismos craneales o lesiones cerebrales no traumáticas, tal como la *Escala Glasgow Outcome (GOS)*, donde refleja las incapacidades y alteraciones de la funcionalidad generadas por traumatismos en los ámbitos importantes de la vida cotidiana y síntomas específicos, más que las deficiencias. Se ha calificado en 5 puntos (donde 1= secuelas y 5=fallecido).

La Escala de Rankin modificada se utiliza para medir el resultado funcional tras un ictus isquémico o hemorrágico y es una de las escalas pronósticas más empleadas, con una

puntuación de 0 a 6, siendo 0= paciente asintomático y 6= fallecimiento. En la práctica clínica no es infrecuente encontrar discrepancias al momento de evaluar con esta escala a un mismo paciente, sin embargo, para evitar sesgos, se ha sugerido realizar una entrevista estructurada directa o indirecta, con una lista de actividades de la vida diaria, que mejora la validez entre los evaluadores.

Éstas escalas, no están destinadas a proporcionar información detallada sobre las dificultades específicas a las que se enfrenta un paciente, sino que pretende proporcionar un índice general del pronóstico global, permitiendo comparar el pronóstico de diferentes grupos de pacientes de manera sencilla y fácil de interpretar, siendo ampliamente recomendadas como valoración pronóstica en diversos estudios y ensayos clínicos.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Hemorragia Subaracnoidea es una entidad devastadora con elevada morbimortalidad a nivel global, principalmente en países en vías de desarrollo, constituye un problema serio de salud pública, tanto por la alta prevalencia y mortalidad, generando altos recursos que se destinan a diario para su atención.

Hasta el 12% de los pacientes que la presentan no son adecuadamente diagnosticados o mueren antes de llegar al hospital, y alrededor del 30%, de los pacientes que llegan vivos a un centro hospitalario, fallecen en los primeros días. Además, la morbilidad es significativa en el 50% de los sobrevivientes. La mortalidad hospitalaria en México es similar a la descrita en estudios multicéntricos latinoamericanos, siendo del 26%.

Su manejo, requiere una actuación urgente multidisciplinaria en la que el anestesiólogo, juega un papel importante, centrado en la prevención y tratamiento inmediato de las complicaciones perioperatorias durante Clipaje de Aneurisma, entre éstas, estados de hipoperfusión, principalmente por el sangrado que conlleva a estado hipovolémico y de choque, resultado final de la presencia de hipoxia tisular secundaria a una alteración entre el aporte y el consumo de oxígeno; así como otras complicaciones graves como el vasoespasmo y recidiva de la hemorragia, que afectan gravemente el pronóstico del paciente.

Por éstas razones, el manejo hídrico durante éstas intervenciones, es piedra angular en el manejo hemodinámico del paciente, que mejore su pronóstico a corto plazo, por lo que necesita guiarse y llevarse a cabo de manera objetiva, utilizando métodos dinámicos, fáciles de medir y que pueda demostrar efectividad.

V. HIPÓTESIS

La Variabilidad de Presión de Pulso comparada con Delta CO₂, es un parámetro eficaz en la reposición de líquidos, en pacientes intervenidos para Clipaje de Aneurisma

VI. OBJETIVOS

A) OBJETIVO PRINCIPAL

Comparar la Variabilidad de Presión de Pulso con Delta CO₂, en la reposición de líquidos en pacientes intervenidos de Clipaje de Aneurisma

B) OBJETIVO SECUNDARIO

Evaluar el pronóstico en pacientes intervenidos de Clipaje de Aneurisma, mediante terapia hídrica guiada por objetivos

VII. JUSTIFICACIÓN

La monitorización hemodinámica, debería ser un procedimiento sencillo, seguro, fácil de utilizar, operador independiente, coste efectivo, preciso y brindar la información suficiente para poder dirigir el tratamiento y maniobras de resucitación adecuadas

Aunque no existe como tal, un parámetro hemodinámico considerado como *gold standard* en la reposición hídrica de pacientes en estado de choque, se ha considerado al ΔpCO_2 como un parámetro confiable en la evaluación de la perfusión tisular en el postoperatorio de pacientes de cirugía cardiovascular

Por tanto, se ha demostrado que la Variabilidad de Presión de Pulso, es un parámetro técnicamente fácil de obtener, económico, al alcance y sobre todo ampliamente reproducible, que únicamente precisa la evaluación en la morfología de la onda arterial.

VIII. METODOLOGÍA

A) TIPO DE ESTUDIO

- Estudio Prospectivo
- Analítico
- Longitudinal

B) POBLACION

- Pacientes intervenidos de Clipaje de Aneurisma dentro del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Dr. Manuel Velasco Suárez”

C) CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ESTUDIO

○ CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Aceptar participar en el estudio
- Estar programado para Clipaje de Aneurisma
- Edad: 20 a 80 años de edad
- ASA II, III y IV
- Clasificación en Escala de Hunt y Hess Grado I a IV
- Clasificación en Escala de WFNS Grado I a V

• CRITERIOS DE EXCLUSION

- Anticoagulación
- HAS Descontrolada
- Neumotórax por colocación de CVC previo al ingreso a quirófano

• CRITERIOS DE ELIMINACION

- Dificultad técnica en la colocación de vía arterial o CVC, sin posibilidad de obtener muestras
- Muerte

D) VARIABLES

- Demográficas
 - Edad, Sexo
- Clasificaciones
 - ASA, Glasgow, Fisher, Hunt y Hess, WFNS
- Hemodinámicas
 - Medición de la VPP y ΔpCO_2
- Gasométricas
- Pronósticas
 - Extubación dentro o fuera de quirófano
 - Escala de Glasgow *outcome*
 - Escala de Rankin para evaluar el estado funcional del paciente
 - Escala de Barthel
 - Bienestar pulmonar en el postoperatorio
 - Estado ácido-base e hidroelectrolítico del paciente

Tipo	Denominación	Definición operacional	Concepto
1. Dependientes	Variabilidad de Presión de pulso	Cuantitativa continua	Parámetro hemodinámico que representa la diferencia entre la presión arterial sistólica y la diastólica y mide la respuesta a la sobrecarga hídrica estableciendo si un paciente es respondedor o no a líquidos.
	Delta de CO2	Cuantitativa continua	Parámetro hemodinámico que mide la perfusión tisular
2. Independientes	Glasgow outcome	Cuantitativa de intervalo	Mide la incapacidad y alteración de la funcionalidad de la vida cotidiana y síntomas específicos secundarios a lesiones cerebrales traumáticas y no traumáticas
	Escala de Rankin	Cuantitativa de intervalo	Mide el estado funcional de una persona tras un ictus isquémico o hemorrágico
	Escala de Barthel	Cuantitativa de intervalo	Mide actividades de la vida diaria, estableciendo el grado de capacidad funcional a los 3 meses de evolución, posterior a ictus

E) ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- **CALCULO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA**

- Tipo de Test Unilateral
- Nivel de Confianza o seguridad: 95%
- Poder Estadístico: 80%
- Precisión: 1.7
 - Diferencia mínima que se desea encontrar
 - Se obtuvo de la resta de 2 desviaciones estándar
- Varianza: 9.6
 - Se calculó a través de la raíz cuadrada de la desviación estándar
- Proporción en el grupo de Referencia, placebo o control (P1): 35%
- Proporción en el grupo del nuevo tratamiento o intervención: 55%
- Proporción esperada de pérdidas (R): 15%
- **Tamaño de la Muestra (n): 75**
- **Tamaño de la muestra ajustada a las pérdidas: 48**

IX. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con la Ley General de Salud (Publicación en el Diario Oficial de la Federación 04/2010) y la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial: *El presente estudio es considerado como de Riesgo Mínimo, ya que solo se realizará mediciones hemodinámicas mediante toma de muestra sanguínea a través de monitorización utilizada de manera rutinaria en los procedimientos quirúrgico-anestésicos dentro de ésta institución.*

La información obtenida en la revisión de los expedientes clínicos al interrogatorio de pacientes, análisis de muestras sanguíneas, será anónimo y no podrá relacionarse con el nombre del paciente. Se asignarán datos a cada caso reclutado, a fin de garantizar la confidencialidad de cada paciente

X. CONSIDERACIONES FINANCIERAS

- Recursos con los que se cuenta: Se utilizarán los recursos que se emplean de manera rutinaria dentro de quirófano de ésta institución.

XI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N°	Actividad	Mes	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
		Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Duración																								
Fase de investigación																										
I	Planteamiento y formulación del problema	2																								
	Formulación de objetivos	2																								
	Marco teórico	3																								
	Formulación de hipótesis y variables	3																								
	Elaboración de la metodología	3																								
	Presentación y aprobación al comité de investigación	2																								
	Metodología del estudio																									
II	Procedimiento metodológico	3																								
	Recolección de datos	2																								
	Análisis de datos	1																								
	Presentación de los datos	1																								
Etapa de consecuencias																										
III	Interpretación de resultados	1																								
	Conclusiones	1																								
Informe																										
IV	Elaboración del informe	2																								
	Presentación del informe	2																								

XII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En total fueron 33 pacientes que cumplieron criterios de ingreso al estudio, programados a cirugía de Clipaje de Aneurisma en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suarez” en el periodo comprendido de Marzo de 2018 a Enero de 2019.

A) ANÁLISIS DE VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

Se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas usando medidas de tendencia central, dispersión y posición.

En el caso de la edad de presentación más frecuente en éste estudio, el grupo etario predominante fue de los 41-50 años de edad, representando el 30.3% con un porcentaje acumulado del 54.5% (Tabla 1 y 2), seguido del grupo de 51-60 años (Gráfica 1)

Tabla 1

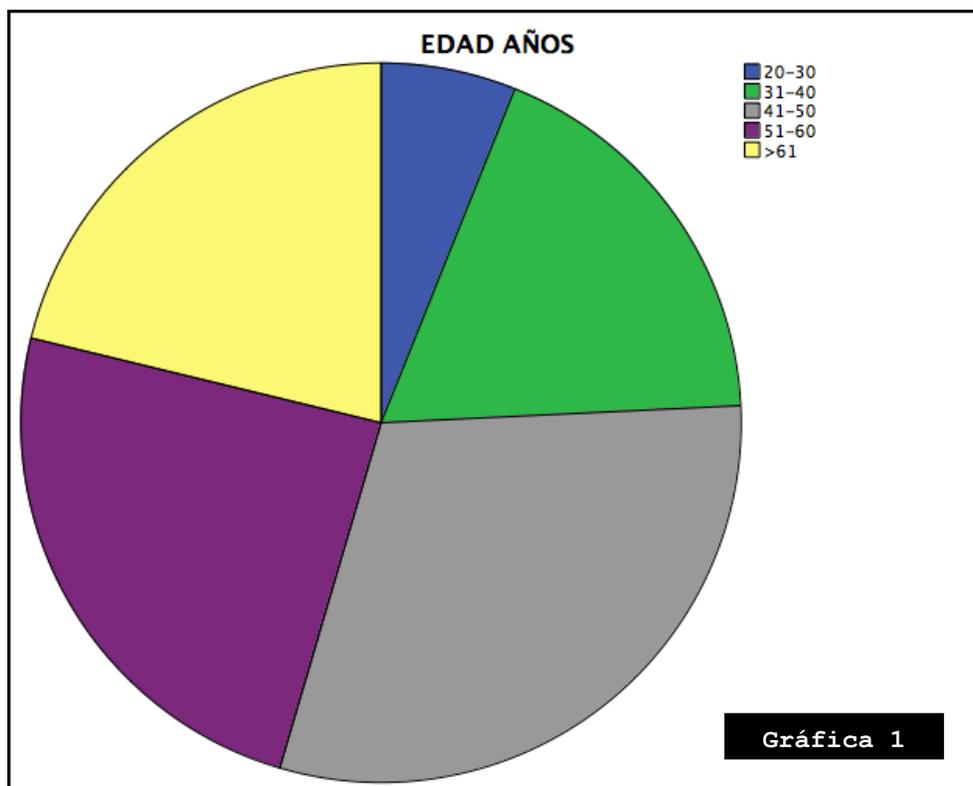
Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
EDAD AÑOS	33	25,0	80,0	49,788	13,8536
N válido (según lista)	33				

Tabla 2

EDAD

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 20-30	2	6,1	6,1	6,1
31-40	6	18,2	18,2	24,2
41-50	10	30,3	30,3	54,5
51-60	8	24,2	24,2	78,8
>61	7	21,2	21,2	100,0
Total	33	100,0	100,0	

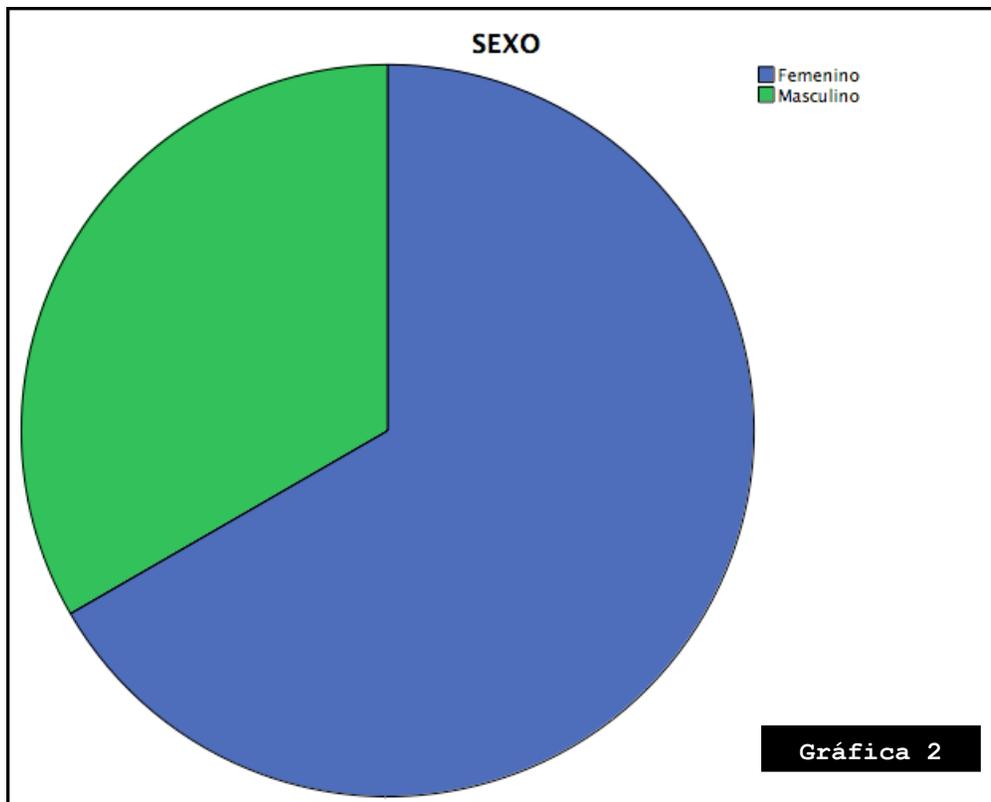


El sexo femenino, tuvo mayor casos de frecuencia, respecto al sexo masculino en una proporción de 66.7% (22 casos) frente a 33.3%, respectivamente (Tabla 3 y Gráfica 2)

Tabla 3

SEXO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Femenino	22	66,7	66,7	66,7
	Masculino	11	33,3	33,3	100,0
	Total	33	100,0	100,0	

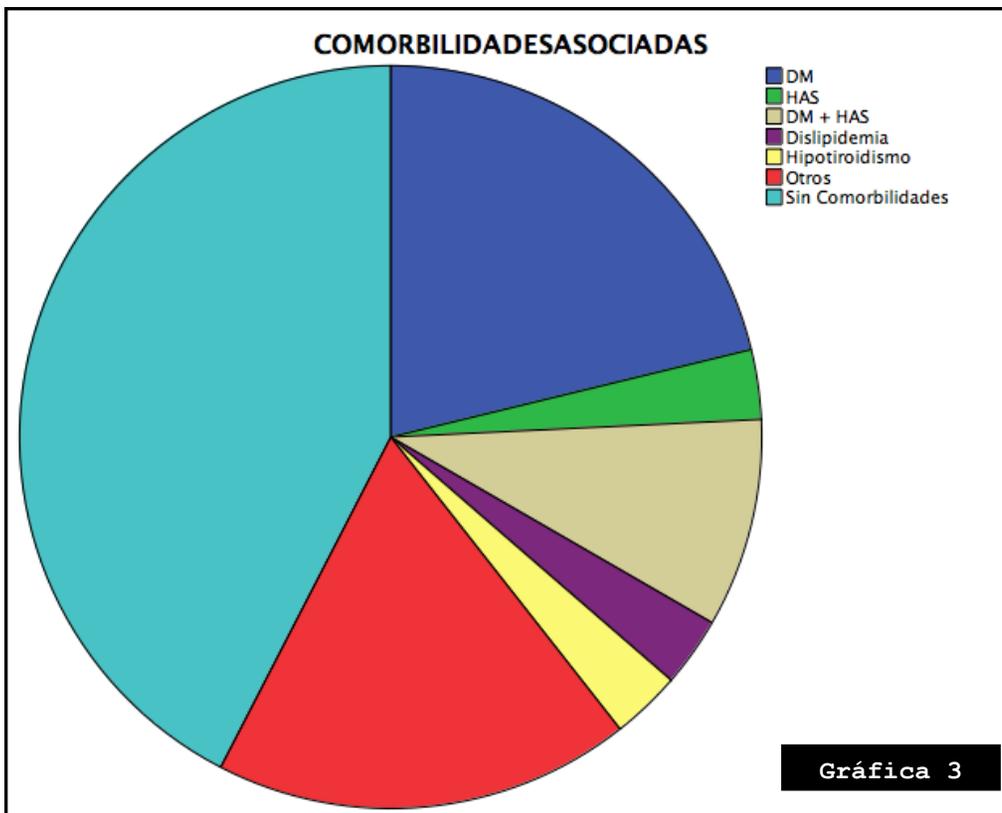


Dentro de las comorbilidades asociadas en pacientes con HSA, Diabetes Mellitus tipo 2 e Hipertensión arterial, estuvieron presentes en 11 pacientes respectivamente, sin embargo, pacientes sin patologías agregadas, fue la variable con mayor predominio en éste estudio, presente en 14 casos representando el 42.4% (Tabla 4 y Gráfica 3)

Tabla 4

COMORBILIDADESASOCIADAS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos DM	7	21,2	21,2	21,2
HAS	1	3,0	3,0	24,2
DM + HAS	3	9,1	9,1	33,3
Dislipidemia	1	3,0	3,0	36,4
Hipotiroidismo	1	3,0	3,0	39,4
Otros	6	18,2	18,2	57,6
Sin Comorbilidades	14	42,4	42,4	100,0
Total	33	100,0	100,0	



B) ANÁLISIS RESPECTO A CLASIFICACIONES

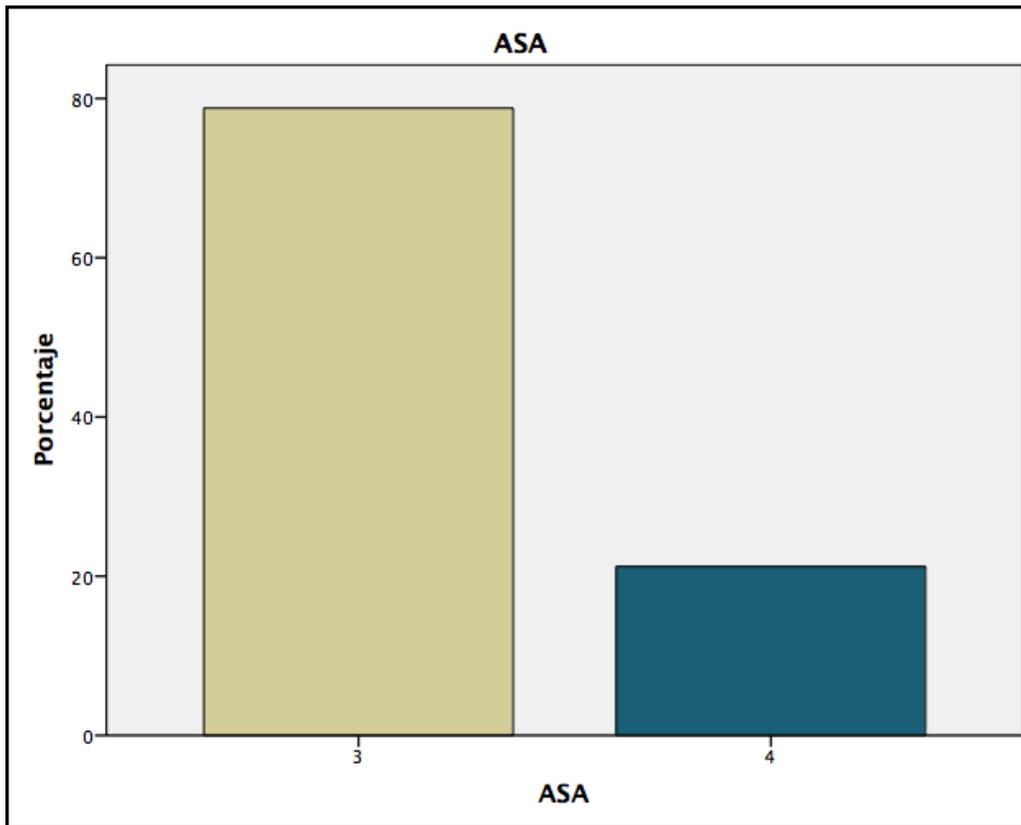
En la Clasificación del Estado Físico de la ASA, el que mayor se presentó, fueron pacientes con enfermedad sistémica grave, pero no incapacitante, es decir ASA III, en 26 casos de los 34 estudiados, representando el 78.8%. (Tabla 5 y Gráfica 4)

Tabla 5

ASA

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	26	78,8	78,8
	4	7	21,2	100,0
Total	33	100,0	100,0	

Gráfica 4



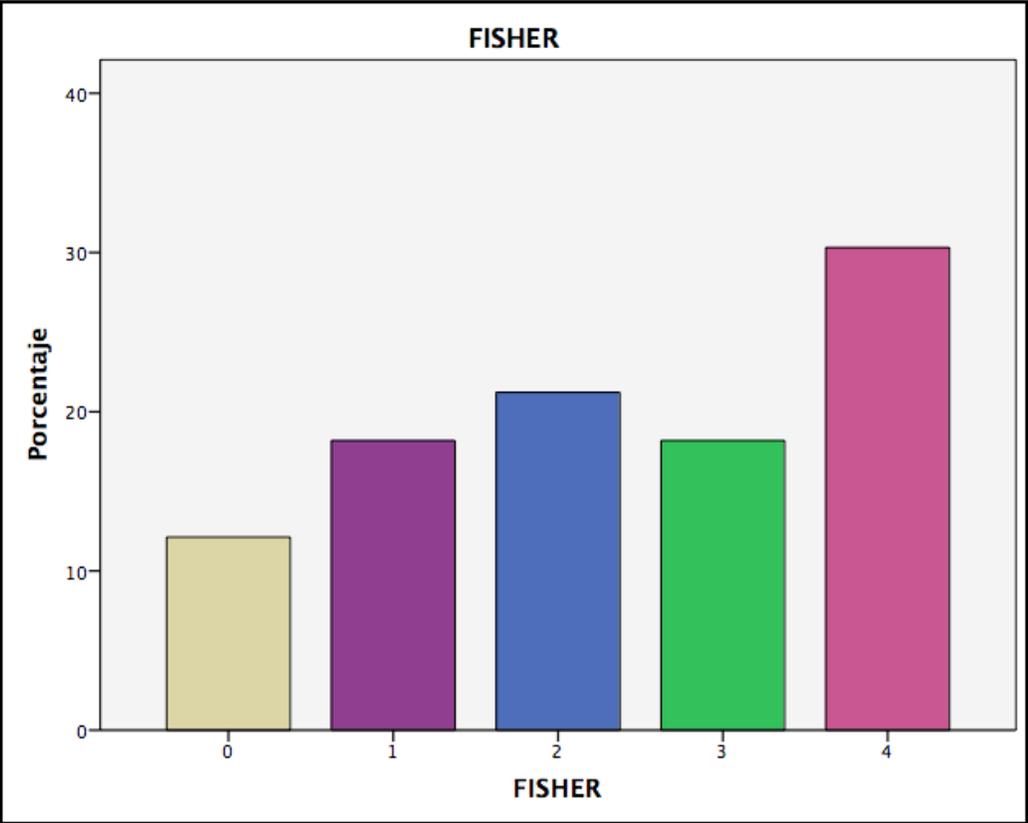
Se sabe que la Escala de Fisher fue propuesta para predecir el riesgo de vasoespasmismo cerebral después de una HSA, basado en el patrón de sangre visualizado mediante estudio tomográfico. En éste estudio el de mayor frecuencia de presentación fue Fisher 2, que representó el 21.2%, seguido de Fisher 3 con el 18.2% para 6 casos, respectivamente. (Tabla 6 y Gráfica 5)

Tabla 6

FISHER

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	4	12,1	12,1	12,1
1	6	18,2	18,2	30,3
2	7	21,2	21,2	51,5
3	6	18,2	18,2	69,7
4	10	30,3	30,3	100,0
Total	33	100,0	100,0	

Gráfica 5

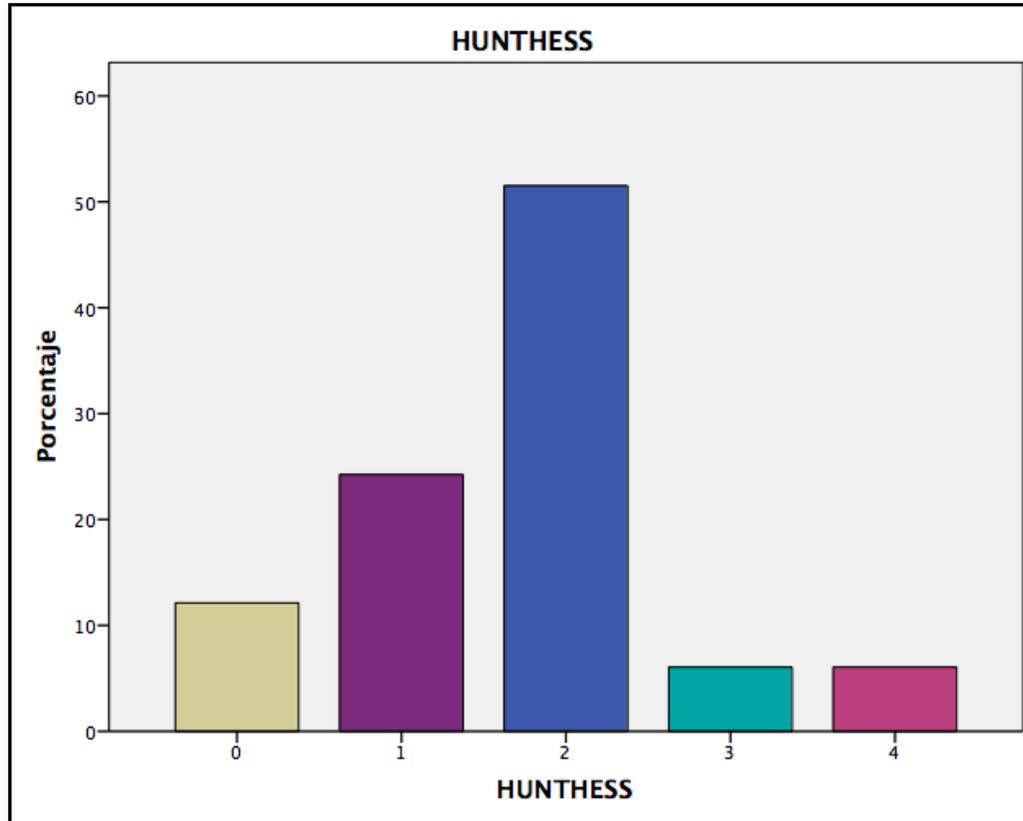


La Escala de Hunt y Hess, es un instrumento fundamental en la evaluación inicial en HSA, ya que permite clasificar la gravedad de una HSA no traumática, anticipándose el pronóstico y desenlace de ésta patología. El de mayor frecuencia en el estudio, fue Hunt y Hess 2, en 17 pacientes, representando el 51.5%. (Tabla 7 y Gráfica 6)

Tabla 7

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	4	12,1	12,1	12,1
1	8	24,2	24,2	36,4
2	17	51,5	51,5	87,9
3	2	6,1	6,1	93,9
4	2	6,1	6,1	100,0
Total	33	100,0	100,0	

Gráfica 6



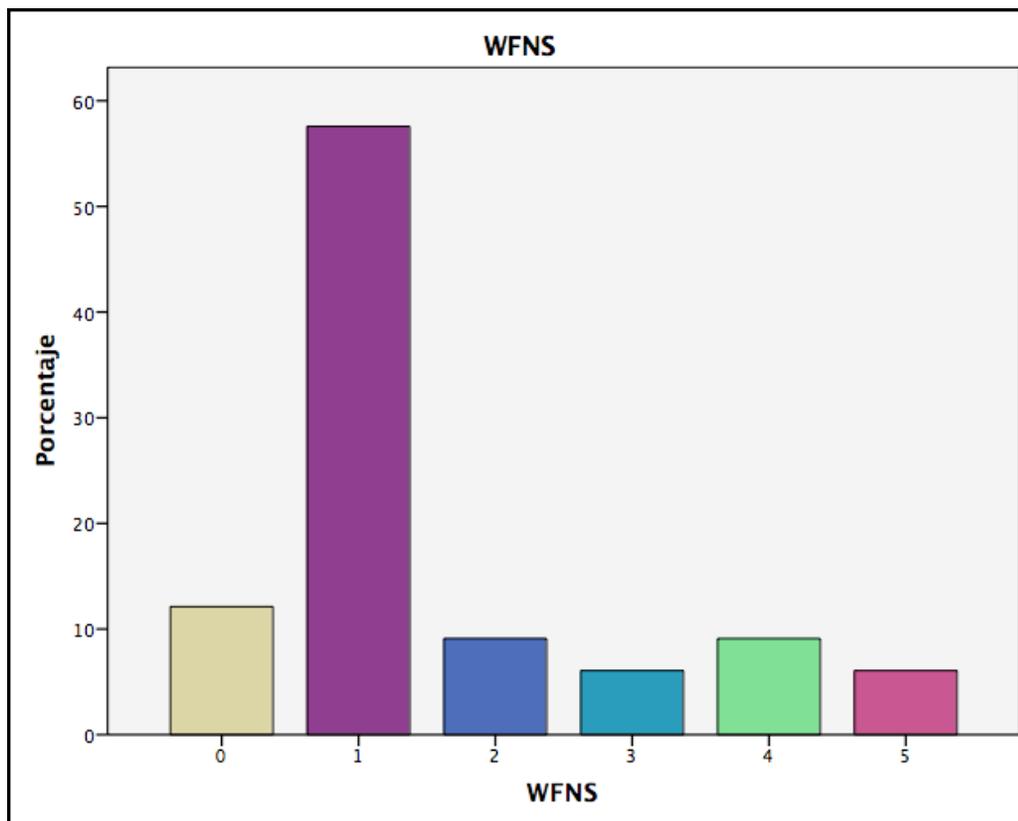
Dentro de la Clasificación de la *World Federation of Neurosurgeons (WFNS)*, el que mayor predominio tuvo, fue el estadio 1 (19 casos) para una tasa del 57.6%, seguido de los estadios 3 y 4 en (3 casos) para una tasa del 9.1% respectivamente. (Tabla 8 y Gráfico 7)

Tabla 8

WFNS

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 0	4	12,1	12,1	12,1
1	19	57,6	57,6	69,7
2	3	9,1	9,1	78,8
3	2	6,1	6,1	84,8
4	3	9,1	9,1	93,9
5	2	6,1	6,1	100,0
Total	33	100,0	100,0	

Gráfica 7



C) T DE STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS

En la Tabla 9, se muestra la correlación que existe entre el Glasgow de Ingreso al procedimiento quirúrgico, respecto al de Egreso, siendo mejor al egreso de la cirugía con una $p < 0.005$ (Tabla 9)

Tabla 9

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior				Superior
Par 1 GLASGOWINGRESO - GLASGOWEGRESO	1,818	3,264	,568	,661	2,976	3,200	32	,003

La Escala de Rankin modificada se utiliza para medir el resultado funcional tras un ictus isquémico o hemorrágico y es una de las escalas pronósticas más empleadas, con una puntuación de 0 a tras un ictus. En la Tabla inferior, se muestra el Rankin de Egreso que fue mejor respecto al de Ingreso a la intervención con una $p < 0.005$ (Tabla 10)

Tabla 10

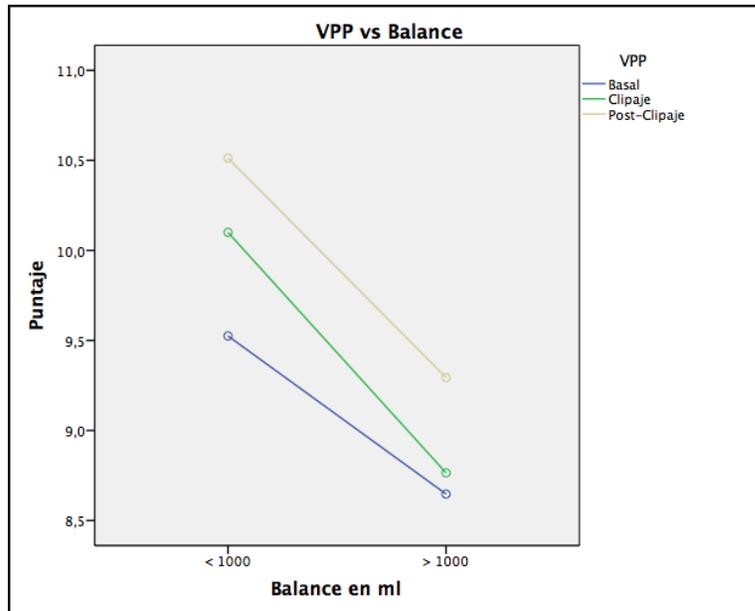
Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 RANKINGRESO - RANKINEGRESO	-,576	1,032	,180	-,942	-,210	-3,206	32	,003

D) MODELO LINEAL GENERAL PARA MEDIDAS REPETIDAS

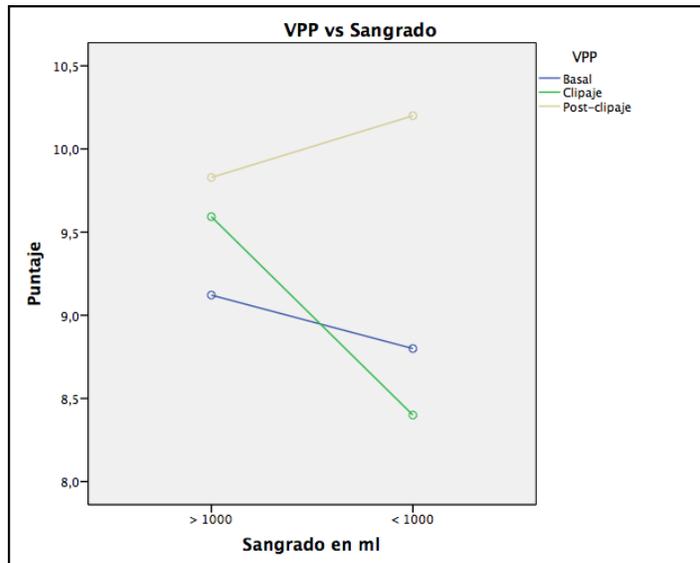
En la Gráfica inferior, se muestra la relación entre la Variabilidad de Presión de Pulso VPP, respecto al balance hídrico, dividido en 3 tiempos durante el procedimiento quirúrgico: al inicio (Basal), al momento de realizar el Clipaje del aneurisma y posterior al mismo. Se encontró que no hay significancia estadística entre éstas dos variables. (Gráfica 8)

Gráfica 8



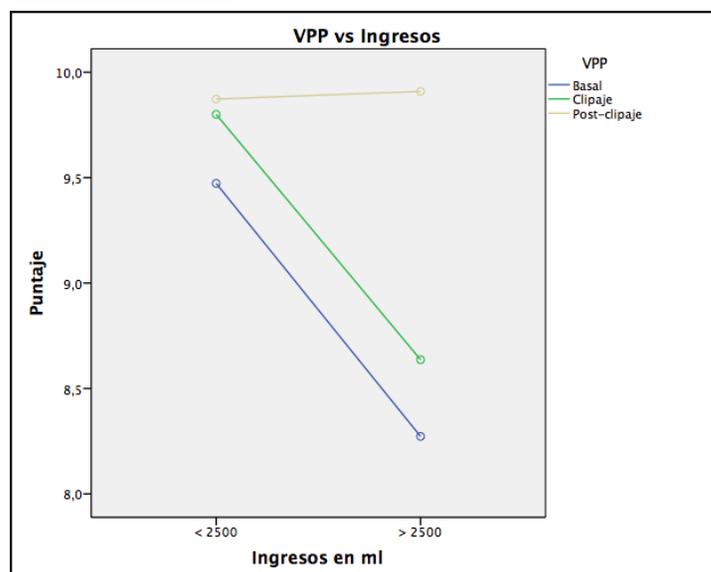
De los 33 pacientes en estudio, cabe señalar que en 11 casos, se presentó sangrado mayor a los 500 mL, siendo de éstos uno sólo > 1,000 mL, ameritando transfusión con hemoderivados. Respecto a la correlación entre la VPP y la hemorragia transoperatoria, la VPP al momento del Clipaje de aneurisma vs post-Clipaje, si fue significativo con una $p < 0.06$. El resto, sin significancia estadística (**Gráfica 9**)

Gráfica 9



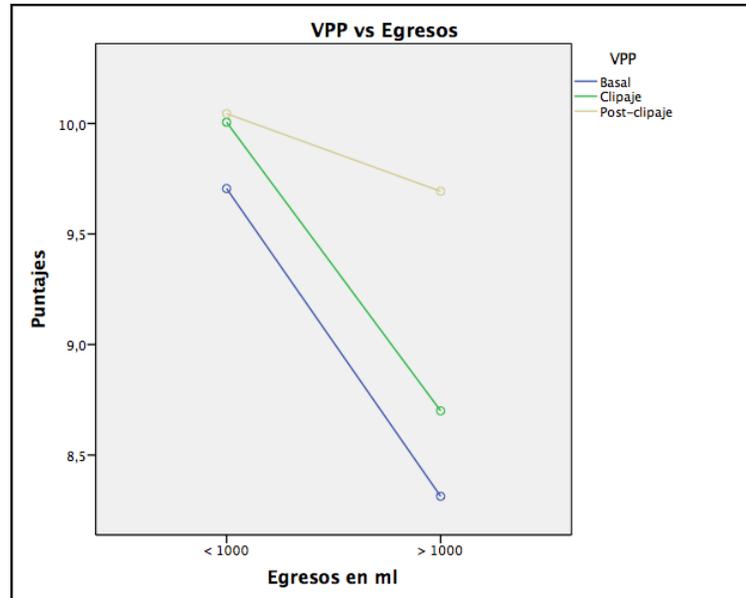
En la siguiente Gráfica, se explica la relación que entre los ingresos y la VPP, donde se muestra que a mayor cantidad de líquidos administrados (cristaloides y/o hemoderivados), mayor fue el valor de la VPP, siendo la curva similar en el periodo Basal vs Clipaje de aneurisma, con una $p < 0.02$; no así correlacionando el periodo de Clipaje vs post-clipaje con una $p < 0.005$, siendo clínicamente y estadísticamente significativo. (**Gráfica 10**)

Gráfica 10



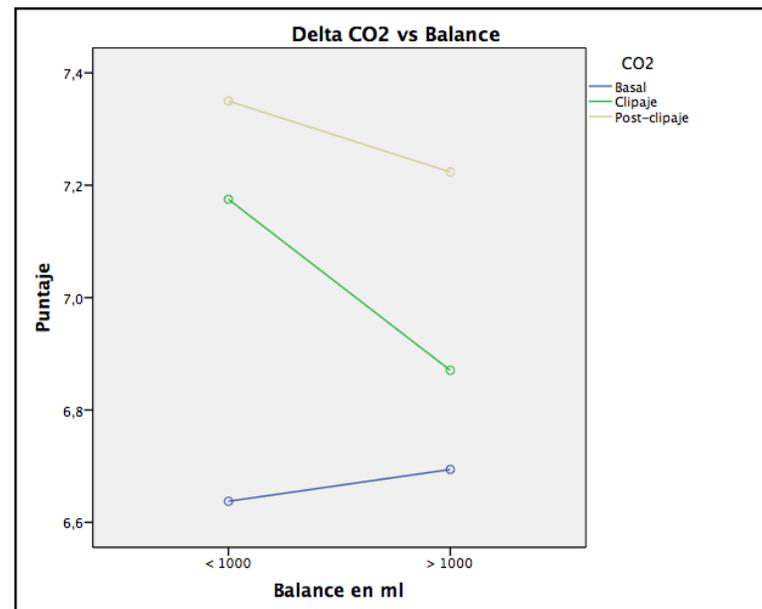
Respecto a los Egresos, en el periodo Basal vs Clipaje, la curva mostro similar comportamiento en ambos casos, siendo clínicamente significativo, no así estadísticamente (**Gráfica 11**)

Gráfica 11



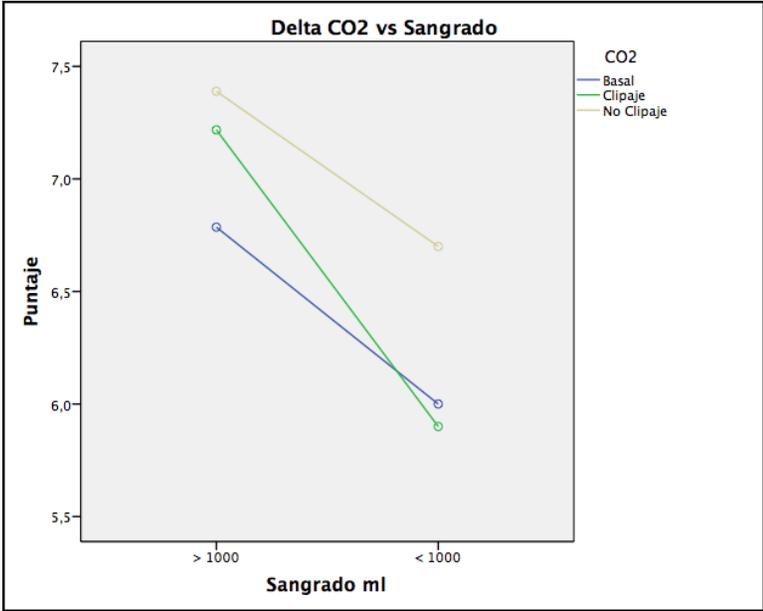
La siguiente Gráfica, muestra la relación entre ΔpCO_2 vs Balance Hídrico, donde a mayor administración de líquidos, mayor valor de ΔpCO_2 , el cual no fue clínicamente significativo (**Gráfica 12**)

Gráfica 12



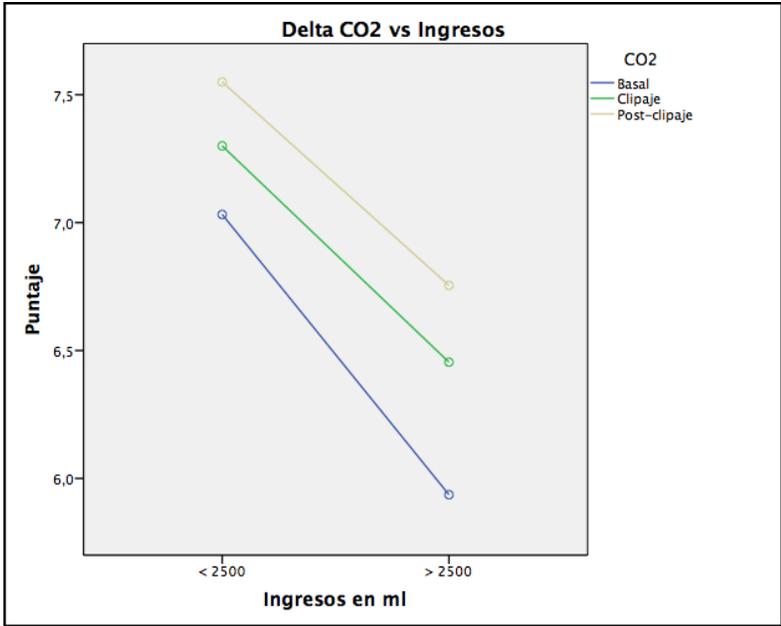
Comparando el ΔpCO_2 vs Sangrado operatorio, se demostró que a mayor sangrado, menor valor de ΔpCO_2 . Sin significancia estadística (Gráfica 13)

Gráfica 13



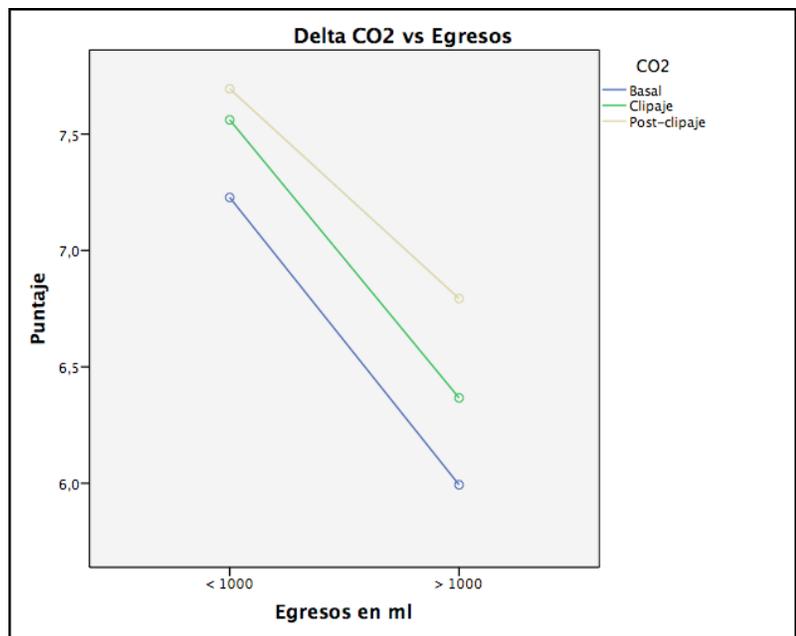
Como se puede apreciar en la gráfica siguiente, la comparación del ΔpCO_2 vs Ingresos, presentó el mismo comportamiento lineal en la curva en los 3 tiempos quirúrgicos, demostrando que a mayor líquidos administrados, mayor es el valor de ΔpCO_2 , lo que sugiere significancia clínica, no así significancia estadística (Gráfica 14)

Gráfica 14



Comparando el ΔpCO_2 vs Egresos, también no hubo significancia estadística. (Gráfica 15)

Gráfica 15



D) COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE VPP VS. ΔpCO_2

Comparando las dos variables aleatorias cuantitativas, VPP vs ΔpCO_2 , se demostró que hay correlación aceptablemente positiva entre la VPP Basal y ΔpCO_2 Basal de $r= 0.59$ y $p: <0.000$ (Tabla 11 y Gráfica 16)

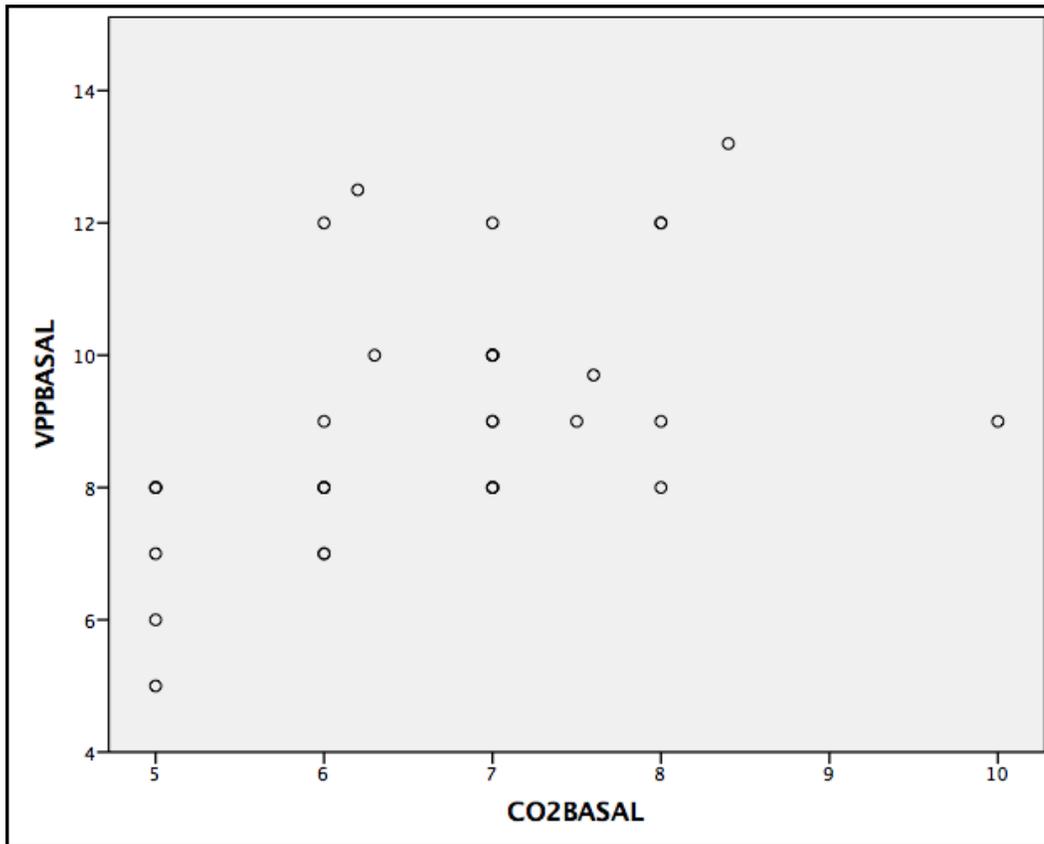
Tabla 11

Correlaciones

			VPPBASAL	CO2BASAL
Rho de Spearman	VPPBASAL	Coefficiente de correlación	1,000	,590**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	33	33
	CO2BASAL	Coefficiente de correlación	,590**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	33	33

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Gráfica 16



Abajo, se muestra la relación entre VPP durante Clipaje vs $\Delta p\text{CO}_2$ en Clipaje, demostrando también buena correlación positiva con un $r= 0.64$ y $p: <0.000$ (Tabla 12 y Gráfica 17)

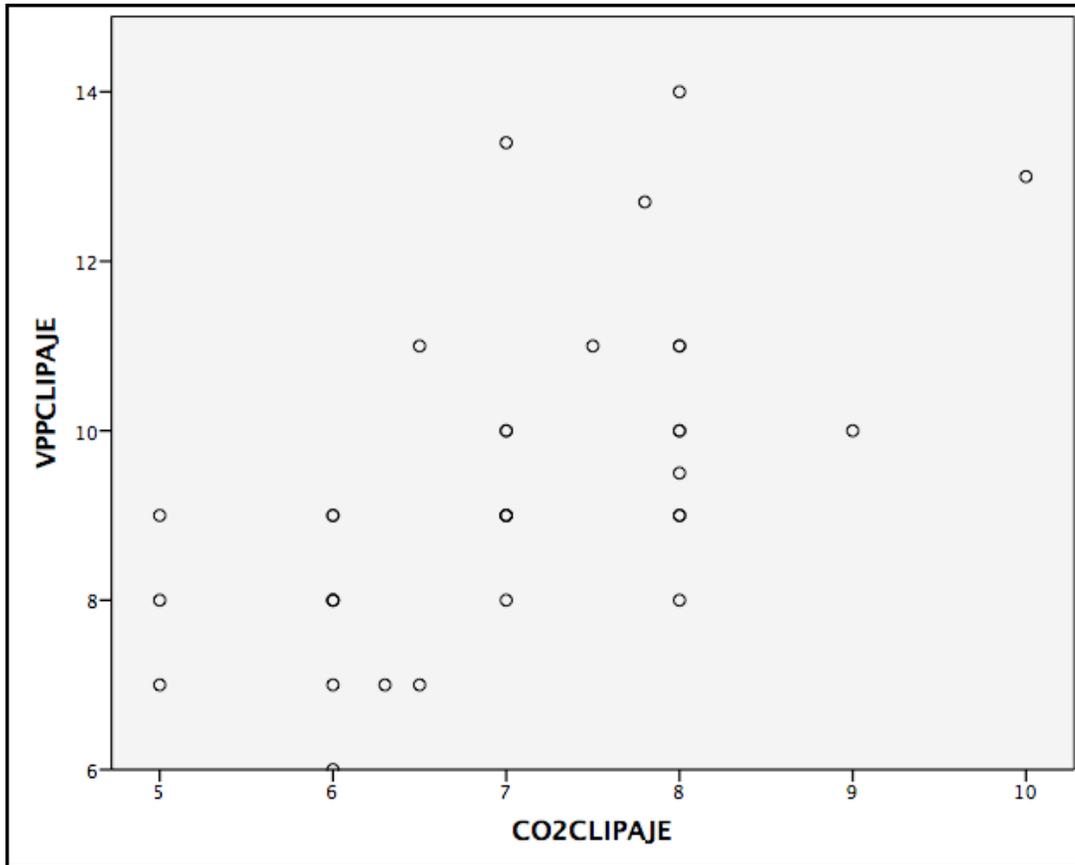
Tabla 12

Correlaciones

			VPPCLIPAJE	CO2CLIPAJE
Rho de Spearman	VPPCLIPAJE	Coefficiente de correlación	1,000	,641**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	33	33
	CO2CLIPAJE	Coefficiente de correlación	,641**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	33	33

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Gráfica 17



Comparando la relación entre VPP durante periodo post-Clipaje vs ΔpCO_2 en post-Clipaje, se demostró que NO hay correlación entre ambas variables cuantitativas (Tabla 13 y Gráfica 18)

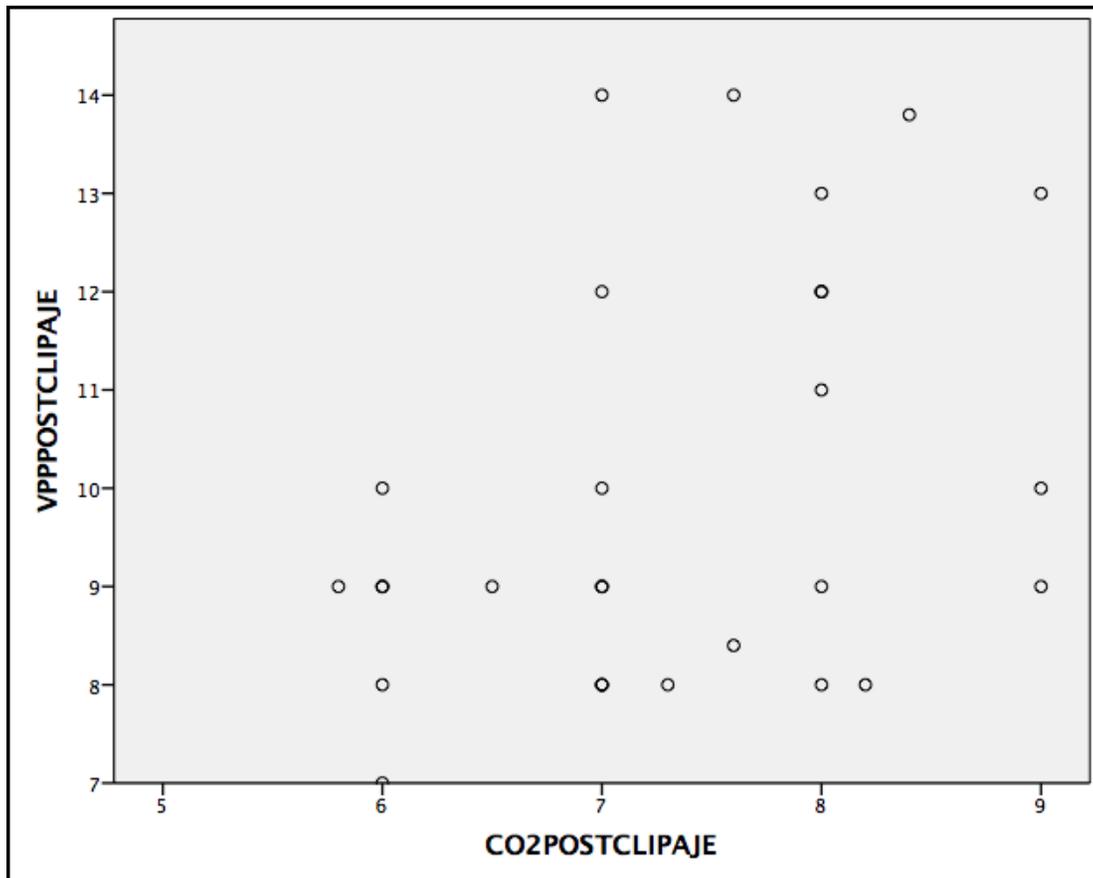
Tabla 13

Correlaciones

			VPPPOSTCLIPAJE	CO2POSTCLIPAJE
Rho de Spearman	VPPPOSTCLIPAJE	Coefficiente de correlación	1,000	,356*
		Sig. (bilateral)	.	,042
		N	33	33
	CO2POSTCLIPAJE	Coefficiente de correlación	,356*	1,000
		Sig. (bilateral)	,042	.
		N	33	33

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Gráfica 18



XIII. DISCUSIÓN

La HSA se considera un problema de salud pública, aún no resuelto, que reviste importancia trascendental al influir negativamente en la supervivencia y, dentro de las enfermedades cerebrovasculares (ECV) es la tercera causa de muerte de la población adulta en países desarrollados. La HSA primaria es responsable del 5 al 10% de todos los eventos cerebrovasculares. Por lo tanto, actualmente, es considerada una enfermedad catastrófica, con alta morbilidad y mortalidad, ya que entre el 8 a 15% de los pacientes que sufren esta enfermedad, fallecen durante las primeras 24 horas sin recibir tratamiento médico. La mortalidad asciende hasta el 25% en las primeras 48 horas, entre 44 a 56% hasta los 14 días y 66% hasta 2 meses después.

Notables avances se han obtenido en los últimos años respecto al tratamiento quirúrgico para hemorragia subaracnoidea, sin embargo, aún existen divergencias de criterios sobre cuál es la mejor conducta y el mejor momento para aplicarlo, por lo que aún existe una elevada mortalidad en relación con el tratamiento conservador.

Las escalas de Hunt y Hess, Fisher y WFNS mostraron buena correlación en la población en estudio, con el pronóstico funcional al egreso en los pacientes con HSA espontánea; no

obstante, la escala de Hunt y Hess, en comparación con las demás mencionadas, presentó una correlación mayor con la escala de Rankin Modificada al egreso. Cabe mencionar que ninguna de las escalas alcanzó una correlación sumamente fuerte o perfecta con el pronóstico funcional, lo que podría deberse a que el pronóstico en esta patología tiene una naturaleza multifactorial, incluyendo tanto antecedentes como factores desarrollados al ingreso y durante la estancia hospitalaria.

Aunque no hay uniformidad entre los datos mostrados en la literatura, los resultados que se obtuvieron son congruentes a reportes previos. *Kapapa et al.* (2013) reportaron una correlación más fuerte para la escala de Hunt y Hess con la calidad de vida funcional al egreso en pacientes con HSA aneurismática, comparada con las escalas de WFNS y Fisher; por su parte, *Chotai et al.* (2013), afirmaron que la escala de Hunt y Hess, es un mejor predictor de pronóstico desfavorable que la escala de Fisher.

En un estudio realizado por *Godoy et al.* (2008) demostró que la asociación de los indicadores clínicos e imagenológicos con las tasas de mortalidad, identificaron que Glasgow < 8 puntos, el grado IV de Fisher y el grado IV-V de WFNS, fueron muy significativos en su mayor valor predictivo positivo en relación a la mortalidad.

La edad mostró correlacionarse débilmente con el estado funcional en el grupo estudiado, a pesar de que clásicamente la edad se ha asociado a pronóstico desfavorable y mayor mortalidad en individuos con Hemorragia Subaracnoidea espontánea, siendo acorde a los resultados de este estudio.

En cuanto a las complicaciones transoperatorias, sólo el sangrado por ruptura aneurismática transoperatoria, se relacionó con un mayor puntaje en la escala de Rankin, aunque esta asociación fue débil. Estos resultados se contraponen a los de investigaciones previas; *Rivero et al* (2015) asociaron el sangrado con evolución desfavorable, y *Saez et al* (2014) reportaron un gran valor predictivo de mortalidad para esta complicación asociadas a mal pronóstico.

La medición ΔpCO_2 veno-arterial al ser de fácil realización puede ser un marcador útil para la evaluación de la adecuada reanimación en estados de choque, además de ser utilizado como predictor precoz de mortalidad en pacientes con choque circulatorio, cuando el valor de gap CO_2 al inicio es > 6 mmHg.

Actualmente, hay bastante evidencia de que una VPP mayor del 12% predice la respuesta de fluidos con una buena precisión; cuanto más por encima del 12% esté, mayor probabilidad de obtener respuesta adecuada tras una sobrecarga de líquidos. Caso contrario, si el valor VPP está por debajo del 9% será más improbable que se obtenga respuesta; así cuanto menor sea el valor, menor posibilidad de respuesta. En valores intermedios, cuando la VPP oscila entre 9 y 12%, podría producirse respuesta o un efecto deletéreo, por lo que en estos casos se deben administrar fluidos con precaución

El monitoreo hemodinámico, es considerado hoy en día, piedra angular en el cuidado del paciente crítico. Dentro de éste contexto, se han tratado de identificar diferentes variables dinámicas, con la finalidad de guiar el manejo transoperatorio, en caso de choque hipovolémico secundario a hemorragia transoperatoria por ruptura aneurismática, implementando de manera precoz, un manejo óptimo Sin embargo, a pesar de las muchas opciones disponibles

en la actualidad, en la mayoría de los centros hospitalarios en México, se utilizan desde hace más de 20 años variables estáticas, como presión arterial, frecuencia cardíaca y saturación periférica de oxígeno por pulsioximetría, las cuales, la mayoría de las veces, estas mediciones no conducen a una decisión terapéutica, sino que se limitan a un registro de signos vitales solamente.

En el manejo del paciente con choque circulatorio es importante revertir de manera precoz la hipoperfusión tisular para preservar la función de órganos vitales y evitar el desarrollo posterior de falla multiorgánica que resulta ser causa de alta mortalidad en estos pacientes. Por esto es necesario la identificación de parámetros que indiquen el adecuado manejo hemodinámico, que disminuya la mortalidad; el análisis de los resultados de este estudio muestra que un ΔpCO_2 veno-arterial >6 mmHg tanto al inicio como a las 24 horas del estudio, es un indicador sensible predictor de mortalidad precoz en pacientes en choque circulatorio.

Por ésta razón, el presente estudio fue diseñado para demostrar que existe una correlación entre variables hemodinámicas como la Variabilidad de presión pulso (VPP) y el Delta de CO_2 (ΔpCO_2) como variables dinámicas en el manejo de la volemia transoperatoria en Clipaje de Aneurisma, así como proponer la VPP como un indicador eficaz del estado de volemia y no solamente como un parámetro para predecir respuesta a fluidos.

En nuestra muestra hubo una mayor correlación entre la VPP calculada y el ΔpCO_2 medido basalmente ($r = 0.59$ y $p < 0.000$) y en el periodo del clipaje del aneurisma ($r = 0.64$ $p < 0.000$); no así en el periodo post-clipaje, en donde no fue estadísticamente significativo.

En muchas guías de reanimación en estado de choque, la VPP y el ΔpCO_2 , son parámetros hemodinámicos utilizados a pesar de estar en duda su valor para definir el estado de volemia; por tal motivo se propone agregar un valor más real y fidedigno, al momento de reanimar un paciente crítico, sobretodo bajo ventilación mecánica.

Si bien es cierto que son pocas mediciones, se encontró una relación confiable, cuando la VPP fue >8 , así como el $\Delta pCO_2 > 6.5$ mmHg. De igual manera, en éste estudio, se validó la fórmula propuesta por *Marik* (1993). Recomendamos la realización de estudios posteriores destinados a buscar la correlación en pacientes con $\Delta pCO_2 > 6.5$ mmHg, y tratar de correlacionar otra fórmula que prediga los valores del ΔpCO_2 a partir de la VPP en este grupo de pacientes.

XIV. CONCLUSIÓN

En el presente estudio, se han analizado parámetros hemodinámicos, que son útiles en la monitorización continua de la precarga y del estado de volemia con el fin de mejorar la perfusión tisular. Para esto es necesario un conocimiento claro del parámetro fisiológico medido por cada variable, los alcances y limitaciones de las medidas valoradas, así como las complicaciones posibles.

La monitorización transoperatoria con parámetros hemodinámicos como la VPP y ΔpCO_2 , son parámetros confiables, al momento de guiar la terapia hídrica, permitiendo mejor control en la reposición de volumen y con buen impacto en el pronóstico del paciente en estados de hipoperfusión en Clipaje de Aneurisma.

El manejo hídrico durante éstas intervenciones, es piedra angular en el manejo hemodinámico del paciente, que mejore su pronóstico a corto plazo, por lo que necesita guiarse y llevarse a cabo de manera objetiva, utilizando métodos dinámicos, fáciles de medir y que pueda demostrar efectividad. Sin embargo, cada parámetro obtenido tiene que interpretarse teniendo en cuenta la situación clínica de cada paciente, realizando un análisis sobre el riesgo y beneficio en cada situación.

Se demostró que valores de VPP > 9 y ΔpCO_2 > 6.5 mmHg es un parámetro adecuado para evaluar la perfusión tisular en pacientes con hipovolemia, teniendo impacto en el pronóstico. No así, con valores de VPP <8 y ΔpCO_2 < 6 mmHg que, a pesar de reanimación hídrica, sugiere implementar manejo con algún agente vasopresor.

También, los resultados encontrados en el presente estudio, muestran que existe correlación clínica y estadística entre VPP y el ΔpCO_2 , en el estado Basal y al momento del Clipaje, en pacientes que son sometidos a éste procedimiento. Sin embargo, en el periodo posterior al Clipaje, no se demostró correlación clínica y estadística.

Concluimos entonces que tanto la VPP y ΔpCO_2 , son parámetros hemodinámicos técnicamente fáciles de obtener, económicos, al alcance y sobre todo ampliamente reproducibles, que únicamente precisa la evaluación en la morfología de la onda arterial durante el monitoreo rutinario en cada intervención.

XV. REFERENCIAS

1. Taylor TN, Davis PH, Torner JC, Holmes J, Meyer JW, Jacobson MF. Lifetime cost of stroke in the United States. *Stroke*. 1996;9:1459-66.
2. Heuschmann PU, Di Carlo A, Bejot Y, Rastenyte D, Ryglewicz D, Sarti C, et al., European Registers of Stroke (EROS) Investigators. Incidence of stroke in Europe at the beginning of the 21st century. *Stroke*. 2009;40:1557-63.
3. Lovelock CE, Rinkel GJ, Rothwell PM. Time trends in outcome of subarachnoid hemorrhage: population-based study and systematic review. *Neurology*. 2010;74:1494-501.
4. Roda, J.M., Conesa, G., Lobato, R.D., García Allut, A., Gómez, P.A., González Darder; Hemorragia subaranoidea aneurismática. Introducción a alguno de los aspectos más importantes de esta enfermedad. *Neurocirugía* 2012; 11: 156-168.
5. Cabrera R., et al. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en hospitales de la Ciudad de México.
6. Lagares, A., de Toledo, P., Fernandez-Alen, J.A., Ibanez, J., Arian. Base de datos multicéntrica de la hemorragia subaracnoidea espontánea del Grupo de Trabajo de Patología Vascular de la Sociedad Española de Neurocirugía 2008, 405-415.
7. Qureshi AI, Suri MF, Nasar A, Kirmani JF, Divani AA, He W, et al. Trends in hospitalization and mortality for subarachnoid hemorrhage and unruptured aneurysms in the United States. *Neurosurgery*. 2005;57:1-8.
8. Rinkel GJ, Algra A. Long-term outcomes of patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Lancet Neurol*. 2011;10:349—56.
9. Buxton, N., Liu, C., Dasic, D., Moody, P., Hope, D.T.: Relationship of aneurysmal subarachnoid hemorrhage to changes in atmospheric pressure: results of a prospective study. *J Neurosurg* 2001; 95: 391-392.
10. Rinkel GJE, Wijidicks EFM, Ramos LMP, Van Guijn J. Outcome in perimesencephalic (nonaneurysmal) subarachnoid hemorrhage: a follow up study in 37 patients. *Neurology* 2011;40:1130-2.

11. Calvin CE, Lam AM, Byrd S, Newell DW. The diagnosis and management of a perianesthetic cerebral aneurysmal rupture aided with transcranial Doppler ultrasonography. *Anesthesiology* 1993;78:191-4.
12. Disney, L., Weir, B., Grace, M; Factors influencing the outcome of aneurysm rupture in poor grade patients: a prospective series. *Neurosurgery* 2012, 23:1-9.
13. Choi, D.S., Willinsky, R.A.,: Clinical and angiographic long-term follow-up of completely coiled intracranial aneurysms using endovascular technique. *Neurosurg* 2010; 112: 575-581.
14. B. Bederson,E.S, Dacey,J.E. Dion,M.N. Deringer Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a statement for healthcare professionals from a special writing group of the Stroke Council, American Heart Association *Stroke*, 40 (2011), pp. 994-1025
15. Hijdra, A., Braakman, R., van Gijn, J., Vermeulen, M.: Aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Complications and outcome in a hospital population. *Stroke* 1992; 18: 1061-1067
16. Awad, I.A., Spetzler, R.F., Medina, M.: Clinical vasospasm after subarachnoid hemorrhage: response to hypervolemic hemodilution and arterial hypertension. *Stroke* 1998; 18: 365-372.
17. Davison D, Terek M, Chawla L. Neurogenic pulmonary edema. *Critical Care of Medicina* 2013;16:212-215.
18. Sakr Y, Vincent JL, Reinhart K, et al. BCL, Artigas A, Ranieri VM. Sepsis Occurrence in Acutely Ill Patients Investigators: High tidal volume and positive fluid balance are associated with worse outcome in acute lung injury. *Chest* 2005, 128:3098-108.
19. Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, et al. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA* 2014, 311:2181-190