



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

## FACULTAD DE MEDICINA

Division de Estudios de Posgrado

Instituto Mexicano del Seguro Social

Delegación Sur del Distrito federal

UMAE Hospital de Especialidades CMN Siglo XXI

## CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LOS ANEURISMAS EN LA HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA

### T E S I S

Que presenta

**DR. ADAN AGREDA VASQUEZ**

Para obtener el Diploma en la especialidad de

**NEUROCIRUGIA**

**ASESOR: DR. MIGUEL ABDO TORO**

MEXICO, D.F.

AGOSTO 2011.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

DOCTORA

**DIANA G. MENEZ DIAZ**

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

DOCTOR

**GERARDO GUINTO BALANZAR**

**JEFE DEL SERVICIO DE NEUROCIRUGIA**

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

DOCTOR

**MIGUEL ABDO TORO**

NEUROCIRUJANO

MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEUROCIRUGIA

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XII

## **AGRADECIMIENTOS**

Nadie realiza este tipo de trabajos de forma aislada, así pues voy a dar gracias a mis profesores por su entrega a la hora de proporcionarnos la mejor enseñanza, en especial al Dr. Miguel Abdo Toro por su paciencia y buen ánimo a lo largo de todo este proceso. A los médicos y técnicos del servicio de radiología cuyos conocimientos técnicos y visión artística fueron esenciales en el diseño de las imágenes computarizadas, pero en especial a los pacientes que de forma consiente o inconsciente nos han mostrado la mejor forma de ayudarles , en la esperanza de que recordemos las lecciones del pasado y reconoceremos las del futuro.

## **INDICE**

	<b>PAGINA</b>
RESUMEN	1
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
JUATIFICACION	18
OBJETIVO	19
HIPOTESIS	20
METODOLOGIA	21
RESULTADOS	28
DISCUSION Y CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFIA	42

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Determinar factores morfológicos y de localización geométricos basados en estudios de imagen que se puedan correlacionar con la mayor frecuencia de ruptura de los aneurismas cerebrales. **METODOLOGIA:** se realizó un estudio de casos durante un periodo de tiempo de 7 meses de Enero a julio de 2011, se incluyeron un total de 71 pacientes que se admitieron al servicio de neurocirugía con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea espontánea, de los cuales a 51 casos se les realizaron estudios de en equipo Toshiba (Tokio, Japan) helicoidal lineal con adquisición de los datos en cortes de 0.5 a 1.0 mm de grosor y 0.5mm en el intervalo de reconstrucción de imágenes 2 y 3 dimensiones. Los tamaños de los aneurismas, su angulo, y sus índices SR y AR fueron determinados para establecer un comparativo de estos índices geométricos en relación a los ya establecidos para predecir el riesgo de ruptura de aneurismas intracraneales. **RESULTADOS:** Un total de 71 pacientes en el estudio, 64 (90.14%) con evidencia de aneurisma como causa de la HSA. 48 pacientes con evidencia de aneurisma único, 18 pacientes con evidencia de multiplicidad: 9 pacientes con 2 y 7 con 3 aneurismas. Un total de 64 pacientes con un total de 87 aneurismas, 83 (95.4%) de circulación anterior y 4 (4.6%) de circulación posterior. La medición de los parámetros morfológicos de los aneurismas se realizó en 51 pacientes con un total de 50 aneurismas dependientes de circulación anterior siendo los de origen en la arteria cerebral anterior los más frecuentes con un total de 20 (39.21%), seguidos de los de origen en el segmento comunicante posterior 17 (33.33%). 43 aneurismas (82.35%) fueron menores de 10mm de los cuales 36 (70.58%) fueron menores

de 7mm en tamaño, 9 (17.65%) aneurismas mayores de 10mm. El ángulo del aneurisma con respecto al vaso en un 88.3% fue superior a 110 grados. El valor del SR establecido como umbral de 2.05 lo encontramos presente en 37 casos (72.54%). aneurismas rotos mostraron un  $SR > 2.05$  y el AR en el 70.56% estuvo por arriba de 1.5 de los cuales 32 (62.4%) del total de aneurismas tuvieron un índice mayor a 1.6 el cual es considerado como el umbral de riesgo. **CONCLUSIONES:** Argumentamos la necesidad de encontrar parametros geométricos que nos permitan predecir de manera mas confiable el riesgo de ruptura de los aneurismas intracerebrales, coincidimos que el mayor riesgo de ruptura se presenta en los aneurismas menores de 10mm especialmente aquellos de la arteria comunicante anterior, el valor del grado del ángulo del aneurisma en conjunto con los valores del AR y SR en conjunto pueden aumentar la probabilidad de predicción de riesgo de ruptura de los aneurismas, valores que pueden ser aplicados de forma fácil y consideramos serían de gran utilidad en la práctica clínica para los Neurocirujanos en su decisión de tratamiento de los Aneurismas intracraneales no rotos.

## ANTECEDENTES

La ruptura de aneurismas intracraneales típicamente causan Hemorragia Subaracnoidea (HSA). Los efectos de la ruptura de los aneurismas es devastante, condicionando una morbilidad y mortalidad severa. A pesar de la máxima intervención tanto médica como quirúrgica, la morbilidad y mortalidad es tan alta como el 60%. Sin embargo a pesar de su ocurrencia se estima que solo el 1% de todos los aneurismas intracraneales actualmente se rompen.

Los aneurismas intracraneales afectan aproximadamente del 2 al 5% de la población entera <sup>(34, 38)</sup>. Se estima que aproximadamente 12% de los pacientes mueren antes de obtener una atención médica <sup>(36)</sup> y 40% mueren en el hospital <sup>(14,22,26)</sup>, requieren cuidados el resto de sus vidas, porcentaje que se estima entre el 20 a 25%.

Los dos actuales métodos de tratamiento (microcirugía o embolización endovascular), no están exentos de riesgos mayores de morbilidad y mortalidad. Luego entonces la prevención de la hemorragia subaracnoidea (HSA), es claramente favorable para el tratamiento de una aneurisma roto. <sup>(31)</sup>

Dada esta morbilidad y mortalidad de la HSA, muchos estudios han intentado identificar los factores de riesgo que contribuyen a la formación y ruptura de los aneurismas.

Muchos estudios han intentado determinar si hay un tamaño crítico en el cual una aneurisma llega a ser más común para su ruptura y si este requiere tratamiento. Recientemente en grandes ensayos multicentricos muestran que



el índice de ruptura acumulado de los aneurismas menores de 10mm está por debajo de 0.05% y el índice de ruptura de aneurismas mayores de 10 mm o mayores fueron de aproximadamente 1% por año. Estos hallazgos contrastan con aquellos de un número de estudios que reportan que el índice de ruptura de los aneurismas es más alto.<sup>(3)</sup>

La incidencia de aneurismas cerebrales ha sido el objeto de varios reportes de autopsia (Mc Donald y Korb 1939); Richardson y Hyland 1941; Housepian and Pool 1958; Jellinger 1977). En la población general la incidencia de aneurismas intracraneales es aproximadamente 1% lo cual corresponde a su frecuencia promedio en grandes estadísticas de autopsia (Heidrich 1972), aunque su incidencia en varios estudios post mortem varia de 0.2 – 9 % (Jellinger 1979). Estudios más recientes tienden a demostrar un incremento en la incidencia de aneurismas cerebrales debido a que estudios más cuidadosos de las arterias cerebrales en estudios de autopsia ha permitido encontrar un mayor número de aneurismas.<sup>(15)</sup>

La incidencia de aneurismas cerebrales es difícil de valorar. Algunos estudios agrupan todas los pacientes con hemorragias subaracnoidea juntos, cuando hablan de aneurisma cerebral, mientras otros fallan en considerar los aneurismas no rotos, los cuales quizás se presenten como efecto de masa, hemorragia intracerebral o fístula de arteria carótida y seno cavernoso. El estudio más seguro de la incidencia de aneurisma cerebral roto es probablemente la dada por Pakarinen (1967) quien relacionó los casos

confirmados de HSA con la población de Helsinki. Él encontró una incidencia de 15.7 por cada 100000 por año. La incidencia de HSA causada por un aneurisma confirmado fue de 10.3 por 100000 por año. Cerca del 20 por ciento de los casos, una fuente de HSA no pudo ser encontrada e indudablemente algunos de estos casos tuvieron un aneurisma roto no diagnosticado. Las autopsias no son realizadas de forma aleatoria, sin embargo esto no justifica el extrapolar estas figuras al 100 % de las estadísticas de mortalidad de la población para calcular la incidencia de aneurismas cerebrales en la población. Por ejemplo, pacientes jóvenes quienes murieron súbitamente son sometidos de forma rutinaria a autopsia, mientras los pacientes de mayor edad quienes fueron encontrados muertos en casa menudo no les hacen autopsia. <sup>(1)</sup>

Los aneurismas saculares son divididos por tamaño en Pequeños (2-6mm), Medianos (6-15mm), Grandes (15-25mm), Gigantes (>25mm). Los aneurismas saculares se originan :a) En la bifurcación de arterias principales (63.1%), b) Distal al origen a de ramas mayores de arterias principales (24%), c) En el origen de pequeñas arteriolas o ramas perforantes (8.4%), d) En el origen de ramas distales (4.5%). Apariencia: El cuello del aneurisma sacular quizá sea pequeño (1-3mm) o grande (4-10mm) y será bien o mal definido. La forma es variable uni -bi o multilobular con o sin única o múltiple delgada o gruesa pared. Un saco quizá sea localizado en aneurismas secundarios.

McCormick (1971) ha mostrado que mientras los aneurismas intracraneales son relativamente comunes en la edad adulta, ellos son raros en la niñez. Este

curso sugiere que los aneurismas crecen con el tiempo. Kassel y Torner en 1983 sugirieron que los pacientes con aneurismas incidentales no rotos mayores de 5mm en diámetro deben de ser considerados para cirugía. Allcock y Conham en 1976 reportaron el crecimiento de 82 aneurismas en un periodo de tiempo de unos pocos días a 10 años. Ellos encontraron 17% disminuyeron en tamaño. 15% permanecieron igual, mientras que 69% aumentaron significativamente. Ningún índice de crecimiento puede ser adjudicado a los aneurismas. <sup>(19,20,45)</sup>

Se considera que la localización más común de los aneurisma fue la arteria comunicante anterior, seguido por la arteria carótida interna en el origen de la arteria comunicante posterior y la bifurcación de la arteria cerebral media, de acuerdo a estudios comparados con otros autores como el del estudio cooperativo de Locksley en 1966 y Suzuki en 1979. <sup>(10,45)</sup>

El pico de edad para aneurismas intracraneales rotos es de 46 años, con el 68% de los pacientes bajo la edad de 50 años. Las mujeres acontecen el 53.5% de los casos en el estudio de Yasargil el cual es comparado al 59% descrito por el estudio cooperativo (Locksley en 1966) y el 60.3% en la series de Pakarinen en 1967. <sup>(29,45)</sup> McKissock y asociados en 1964 mostraron que uno de cada 5 o 6 pacientes con aneurisma cerebral tendrá uno o más aneurismas cerebrales adicionales. <sup>(9,18,45)</sup>

Ha sido difícil precisar con seguridad la mortalidad asociada con la ruptura de aneurismas cerebrales . La mortalidad puede variar de 1 a 43% de la hemorragia inicial, con un 74% de estos pacientes dentro de las primeras 24 hrs., se ha estimado un índice de recurrencia del sangrado del 10% en la primera semana, 12% en la segunda, 7% en la tercera, 8% en la cuarta y 14% entre la 5ª y 12ª semana. La mortalidad de la segunda hemorragia estuvo entre 41 y 46% dependiendo de la localización del aneurisma. Pakarinen encontró la mortalidad de la hemorragia recurrente en 245 en un mes, 34% a los dos meses y 38% al año.

Se ha establecido que el tamaño de los aneurismas intracraneales, es un importante determinante del riesgo de ruptura y resultados después de la ruptura. <sup>(8,10,23, 31)</sup> . Sin embargo hay poco consenso en relación al valor en el cual estos aneurismas deben de ser tratados.

Es así pues que por años, una gran cantidad de investigadores han tratado de identificar factores críticos que puedan predecir cuales aneurismas están en un riesgo incrementado de ruptura y cuáles no. Recientemente, ensayos multicéntricos retrospectivos fueron conducidos para estudiar el tamaño de los aneurismas incidentales y como este factor se correlaciona con la ruptura en un determinado periodo de tiempo. Existen estudios que sugieren un índice de ruptura en base de que el tamaño esta lo bastante alejado de los estudios reportados previamente reportando un índice de ruptura mucho más alto de los

así llamados aneurismas pequeños. En estos estudios se proponen tres posibles explicaciones para estas diferencias.

1. Wiebers y col. Argumentan que los aneurisma pequeños son mas prevalente que los aneurismas grandes, hasta un grado que aunque su porcentaje de ruptura es bajo, el número total de hemorragias de aneurismas pequeños es mayor.
2. Estatificaron la reducción o contracción de los aneurismas después de romperse; luego entonces, el tamaño reportado de los aneurismas rotos, parece ser más pequeño que el tamaño antes de su ruptura
3. Se ofrecen la explicación de que hay una población de aneurismas que crecen rápidamente y se rompen antes de que estos entren a un estudio de aneurismas no rotos. Si este es el caso, este puede ser el argumento del porque todos los aneurismas no rotos deben de ser tratados, ya que no hay forma de predecir cuales aneurismas crecerán y eventualmente se romperán. <sup>(8,15,17)</sup>

Otros estudios experimentales y clínicos como el de Ujiie y col <sup>(14,15)</sup>, introdujeron el concepto de Aspect Ratio o índice de aspecto (RA), el cual es el índice medido de la profundidad del aneurisma a la anchura del cuello del mismo. En base a estos trabajos encontraron que el valor de RA se correlaciona bien con el flujo sanguíneo intraaneurismático. Sugiriendo además que este RA es un factor redituable de la patofisiología, evolución y ruptura aneurismática. Ellos sugieren el valor de 1.6 como el valor umbral en el cual los

aneurismas acarrean un mayor riesgo de ruptura. Por si misma la profundidad del aneurisma es un fuerte predictor de ruptura aneurismática.

La medición del cuello por sí solo no es un factor determinante de ayuda para predecir ruptura. Entre los aneurismas con la misma medida de profundidad, aquel con la medición del cuello más amplia, es menos común que se rompa o en aquellos con el mismo tamaño del cuello pero con una mayor profundidad es más común que se rompa. En cualquier paciente un aneurisma que dobla el RA tiene aproximadamente unas siete veces más de probabilidad de sangrar.

Determinar los factores predictivos del riesgo natural de ruptura de aneurismas cerebrales es difícil, debido a la necesidad para controlar variables que confunden y la decisión de tratar un aneurisma cerebral no roto puede ser compleja e involucra un análisis de riesgo de múltiples factores, incluyendo la predicción de la historia natural del riesgo de hemorragia. <sup>(8, 14)</sup>

Si ciertas características aneurismáticas pueden ser identificadas que deben de predecir cuales aneurismas están en riesgo de hemorragia, la decisión de hacer el manejo en aneurismas cerebrales no rotos debe de aun ser grandemente optimizado.

Un número de estudios han intentado estudiar la forma del aneurisma y el flujo dinámico usando utilizando sofisticados modelos de computación y

matemáticos. Demostrar una asociación entre la forma de aneurismas y flujo dinámico y el riesgo de ruptura es difícil.

La hemodinamia ha mostrado jugar un importante rol en la patofisiología y ruptura de los aneurismas intracraneales. Usando la dinámica de fluidos de forma computacional, Hassan y col sugirieron que el alto estrés de la pared quizá sea responsable para el crecimiento de los aneurisma intracraneales y la ruptura en aneurismas de alto flujo, mientras los factores predominantes causando la ruptura en aneurismas de bajo flujo son la presión intraaneurismática y la estasis del flujo. Cebal y col <sup>(6)</sup> demostraron que la ruptura de los aneurismas intracraneales tiene un patrón de flujo inestable.

Es importante analizar que la hemodinámica de los aneurismas intracraneales son fuertemente dependientes en la geometría del saco aneurismático y sus vasos alimentadores. <sup>(11, 13, 39)</sup> Luego entonces, los parámetros disponibles caracterizando la geometría de los aneurismas intracraneales pueden capturar las características hemodinámicas y potencialmente predicen el riesgo de ruptura. El parámetro más estudiado es el tamaño del aneurisma intracraneal, aunque los aneurismas excediendo los 10 mm en tamaño son considerados ser más peligrosos, varios estudios han mostrado que un gran porcentaje de aneurisma rotos, de hecho, más pequeños de 10 mm. La relación entre el riesgo de ruptura de aneurismas intracraneales y el tamaño ha sido completamente elucidada.

La forma de los aneurismas ha sido estudiada también y ciertos parámetros de forma muestran una correlación más fuerte con ruptura que el tamaño de los aneurismas intracraneales. La relación del aspecto (RA), definido como altura de aneurisma intracraneal dividido por el diámetro del cuello es el parámetro más comúnmente estudiado. Aunque la mayor parte de hallazgos afirman su importancia, ellos no convergen en un común valor de umbral. Otros más sofisticados, parámetros de forma tales como índice de ondulación (IO), índice de esfericidad (IEs) e índice de elepticidad (IEI) han sido propuestos en un intento para contar la naturaleza tridimensional de los aneurismas intracraneales. Tales parámetros 3D muestran ser mejores predictores que los parámetros de baja dimensión tales como el tamaño o el AR.

Una limitación de los estudios previos del riesgo de ruptura basados en la morfología, incluyendo aquellas que investigan parámetros 3D, es que la geometría de la arteria principal es típicamente ignorada. La geometría de la arteria principal tiene una influencia significativa en la hemodinamia resultante de los aneurismas intracraneales consecuentemente la ruptura del aneurisma. Castro y col <sup>(5)</sup> han demostrado que es estrés en la tortuosidad de los vasos pueden críticamente influenciar en la hemodinamia intra aneurismática. <sup>(4, 5, 10, 39, 42).</sup>

Es así como se han definido previamente en la literatura parámetros existentes para correlacionar con la ruptura de aneurismas. El índice de tamaño (IT) se ha encontrado ser un significativo parámetro para el riesgo de ruptura de aneurismas. 77% de todos los aneurismas rotos tienen un SR más grande de



2.05 (el umbral óptimo que distingue los aneurismas rotos de los no rotos), mientras que el 83% de todos los aneurismas no rotos tienen SR de menos de 2.05. El SR no solo toma en cuenta el tamaño del aneurisma por si mismo sino también el calibre local de los vasos e incorpora dentro de un parámetro cuantificable (10,38, 42,43).

Así pues hacemos una breve descripción de parámetros morfológicos e índices estudiados de los aneurismas cerebrales que se piensan pueden estar relacionados al mayor índice en el riesgo de ruptura de los aneurismas cerebrales rotos

- tamaño: definido en concordancia con Raghavan y col <sup>(33)</sup> como la altura perpendicular máxima del aneurisma (del cuello al domo).
- índice de aspecto IA: definido como el índice de la altura perpendicular máxima al diámetro promedio del cuello.
- Índice de ondulación UI: definido como  $UI=1-(V/Vch)$  donde V es el volumen de el aneurisma sobre el plano del cuello y Vch es el volumen del abultamiento de la convexidad.
- Índice de elipticidad IE: caracteriza la elongación del aneurisma basados en variables 3D tales como el volumen y área de superficie.
- Índice de no esfericidad: este utiliza el volumen del aneurisma y el área de superficie para caracterizar la desviación de la geometría del aneurisma de aquel de un hemisferio perfecto..

- Índice de tamaño: índice entre vaso – aneurisma incorpora la geometría al aneurisma y su vaso principal y fue definido como  $SR = (\text{altura máxima aneurismática} / \text{diámetros del vaso promedio})$ .
- Angulo del vaso: definido como el ángulo entre el lado interno del vaso y el cuello.
- ángulo del aneurisma: ángulo de inclinación entre el aneurisma y el plano del cuello.

Se ha establecido que el manejo de los aneurismas de 7 mm o menores permanecen como un tema controversial en neurocirugía, numerosos estudios han definido lineamientos para el tratamiento de aneurismas no rotos que varían entre 7 y 10mm, sin embargo a pesar de la observación clínica de que un número substancial de AI de 7mm o menos también se rompen asociando además del tamaño del AI que la hipertensión, edad menor y circulación posterior son factores significativos y predictores de ruptura. <sup>(22)</sup>

Dentro de las variables que fueron consistentemente incluidas y de estas las que tuvieron un gran valor fueron: factor cuello de botella, índice altura-ancho, y localización del aneurisma. Lo que corrobora y se llega a la conclusión de que todas ellas son las únicas variables que son significativamente asociadas con ruptura comparados con los demás parámetros. <sup>(12, 42)</sup>

Así pues se han realizado múltiples estudios con la finalidad de definir y encontrar los índices morfológicos de los aneurismas intracraneales , que permitan predecir la probabilidad de riesgo de ruptura de los AI. Llegando a la conclusión en estos estudios que claramente, la morbilidad y mortalidad para el tratamiento de los aneurismas intracraneales son mucho más bajos cuando el aneurisma es tratado antes de su ruptura. El riesgo de la cirugía debe de ser menos que el riesgo de un tratamiento conservador.

El manejo de los aneurismas no rotos continúa siendo el centro de la controversia de estos estudios. Una gran variedad d estudios han sido llevado a cabo para identificar el “tamaño mágico” u otros predictores de ruptura que deben de alertar al cirujano de aquellos aneurismas que requieren tratamiento versus aquellos que deben de ser dejados solos. Desafortunadamente, los signos pronósticos permanecen elusivos<sup>(10)</sup>

## DEFINICION DEL PROBLEMA

La ruptura de aneurismas intracraneales típicamente causan Hemorragia Subaracnoidea (HSA). Los efectos de la ruptura de los aneurismas es devastante, condicionando una morbilidad y mortalidad severa. A pesar de la máxima intervención tanto médica como quirúrgica, la morbilidad y mortalidad es tan alta como el 60%. Sin embargo a pesar de su ocurrencia se estima que solo el 1% de todos los aneurismas intracraneales actualmente se rompen. Los aneurismas intracraneales afectan aproximadamente del 2 al 5% de la población entera (34, 38).

Muchos estudios han intentado determinar si hay un tamaño crítico en el cual una aneurisma llega a ser más común para su ruptura y si este requiere tratamiento. Recientemente en grandes ensayos multicentricos muestran que el índice de ruptura acumulado de los aneurismas menores de 10mm está por debajo de 0.05% y el índice de ruptura de aneurismas mayores de 10 mm o mayores se reporta de aproximadamente 1% por año.(3)

Ferguson en 1972 estudio los factores físicos que contribuyen a la formación de aneurismas. El enfatizo la fuerza del impacto de la tensión sanguínea axial contra una bifurcación dirigiendo la disrupción inicial de la capa elástica interna y la formación aneurismática subsecuente, así mismo consideró que la turbulencia quizá permita el crecimiento y la posterior degeneración de las paredes dentro de un aneurisma formado. El estrés incrementado es aplicado a

la pared de un aneurisma con incremento del tamaño. El encontró que la presión dentro del aneurisma estuvo directamente relacionada a la presión dentro de la arteria principal. Cuando una presión crítica es excedida, los aneurismas se rompen.

Se ha establecido que el tamaño de los aneurismas intracraneales, es un importante determinante del riesgo de ruptura y resultados después de la ruptura. (8,10,23, 31) sin embargo hay poco consenso en relación al valor en el cual estos aneurismas deben de ser tratados.

Estudios realizados han demostrado una asociación entre factores de riesgo cerebro vascular, incluyendo hipertensión y tabaquismo y hemorragia subaracnoidea (16, 29, 32) Sin embargo la influencia de estos factores en el tamaño y el crecimiento no está bien definida.

Es así pues que por años, una gran cantidad de investigadores han tratado de identificar factores críticos que puedan predecir cuales aneurismas están en un riesgo incrementado de ruptura y cuáles no, argumentando que los aneurisma pequeños son mas prevalente que los aneurismas grandes, hasta un grado que aunque su porcentaje de ruptura es bajo, el número total de hemorragias de aneurismas pequeños es mayor, esto se ha tratado de explicar mediante 3 posibles hipótesis:

- 1) La reducción o contracción de los aneurismas después de romperse; luego entonces, el tamaño reportado de los aneurismas rotos, parece ser más pequeño que el tamaño antes de su ruptura.

- 2) Existe una reducción o contracción de los aneurismas después de romperse; luego entonces, el tamaño reportado de los aneurismas rotos, parece ser más pequeño que el tamaño antes de su ruptura.
- 3) hay una población de aneurismas que crecen rápidamente y se rompen antes de que estos entren a un estudio de aneurismas no rotos.

Si ciertas características aneurismáticas pueden ser identificadas que deben de predecir cuales aneurismas están en riesgo de hemorragia, la decisión de hacer el manejo en aneurismas cerebrales no rotos debe de aun ser grandemente optimizado.

La localización, tamaño (10,14,16) y la forma (18, 21), han sido implicados como factores de riesgo para hemorragia así como ciertos parámetros e índices geométricos como son las características del domo del aneurisma, cuello, angulación del aneurisma en relación a la arteria aferente principal entre otros se ha tratado de demostrar una posible significativa asociación del riesgo de ruptura con el tamaño y la localización del aneurisma (10,14, 16). Los aneurismas más grandes son sospechados tener el riesgo incrementado de ruptura, relacionando estos parámetros con sus características de el flujo dinámico usando utilizando sofisticados modelos de computación y matemáticos. Demostrar una asociación entre la forma de aneurismas y flujo dinámico y el riesgo de ruptura es difícil. Algunas variables posibles como historia de tabaquismo, hipertensión o factores predisposición genética son casi imposibles de controlar o eliminar.

## JUSTIFICACION

El tamaño de los aneurismas cerebrales se ha estudiado de forma amplia para determinar la relación que tiene este con su riesgo de ruptura, observando que aquellos que exceden los 10mm son considerados con mayor riesgo de ruptura, sin embargo varios estudios han mostrado que un alto porcentaje de estos son menores a 10mm, así mismo la forma de los aneurismas y ciertos parámetros de esta así como de características de su flujo intraneurismático, muestran una fuerte correlación con su ruptura. Actualmente, la evaluación morfométrica típicamente usando solo el tamaño, es la piedra principal que día con día se utiliza en la práctica clínica. Este estudio trata de representar un medio útil para valorar ciertas características de la forma y tamaño de los aneurismas rotos y su correlación con ciertos índices geométricos derivados de estos atributos y medidas están que puedan estar significativamente asociadas con su ruptura.

## **HIPOTESIS**

Las características morfológicas, índices geométricos y de localización de los aneurismas intracerebrales no se consideran factores que permitan predecir el riesgo potencial de su ruptura.



## OBJETIVOS DEL TRABAJO

1. Observar la prevalencia de casos de Hemorragia Subaracnoidea de origen aneurismático atendidos en Centro Médico Nacional siglo XXI, en un periodo de 6 meses.
2. Revisar nuestra experiencia y examinar el tamaño de los aneurismas rotos que con mas frecuencia se presentan en nuestra población.
3. Identificar si hay un tamaño crítico de los aneurismas cerebrales, en el cual la incidencia de ruptura se incremente.
4. Determinar la localización principal de los aneurismas intracraneales rotos causantes de hemorragia Subaracnoidea en la población de pacientes atendidos en el hospital.
5. Encontrar una correlación entre el tamaño y la localización de la vasculatura cerebral, para comparar si la relación tamaño / localización de forma asociada tiene un mayor valor predictivo que solo el tamaño de forma aislada.
6. Determinar factores morfológicos asociados a los aneurismas cerebrales que permitan predecir el riesgo de ruptura.
7. Identificar parámetros e índices geométricos basados en estudios de imagen que se puedan correlacionar con la mayor frecuencia de ruptura de los aneurismas cerebrales.

## **METODOLOGIA**

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

Estudio de tipo unicéntrico, abierto, prospectivo, transversal, observacional, descriptivo y analítico.

Por su diseño: descriptivo y analítico.

Por la presencia de procedimientos técnicos ya establecidos: observacional

Por la dirección de búsqueda de la causalidad (direccionalidad): transversal

Por la medición del fenómeno en el tiempo (temporalidad): prospectivo

Por la ceguedad en la aplicación y evaluación de las maniobras: abierto

Por los centros de atención involucrados: uni céntrico.

### **UNIDAD DE INVESTIGACION**

El estudio se realizará en el Universo de trabajo correspondiente al servicio de Neurocirugía de la Unidad de Alta Especialidad “Dr. Bernardo Sepulveda” Centro Médico Nacional Siglo XXI del instituto Mexicano del Seguro Social, México, Distrito Federal, e incluye a todos los paciente que cursen con Evento vascular cerebral hemorrágico, tipo Hemorragia Subaracnoidea secundaria a aneurismas intracraneales demostrado por estudio de imagen.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes que ingresen al servicio con Hemorragia subaracnoidea espontánea, en los que se demuestre la causa aneurismática por estudio de imagen.
- Pacientes referidos de otros centros del país con diagnóstico de Hemorragia Subaracnoidea, en los que se demuestre la causa aneurismática por estudio de imagen.
- Pacientes con diagnóstico de Hemorragia Subaracnoidea de causa aneurismática de cualquier edad o estatus neurológico.

### **Criterios de exclusión:**

- Hemorragia subaracnoidea de causa no aneurismática
- Pacientes a los que no se demuestre por estudios de imagen que la HSA es secundaria a aneurisma intracraneal.
- Pacientes a los que no se les pueda realizar estudios de imagen angiotomografía o angiografía cerebral con reconstrucción en 3-D)
- Incapacidad para definir el sitio de ruptura en aneurismas múltiples
- Pobre técnica de la Angio TAC o Angiografía

## DEFINICION DE VARIABLES

### 1. VARIABLE DEPENDIENTE

**Ruptura de aneurisma:** Se define como el evento responsable de la hemorragia Subaracnoidea.

### 2. VARIABLE CATEGORICA UNICA

Localización del aneurisma: circulación anterior o posterior.

### 3. VARIABLES CONTINUAS INDEPENDIENTES

- a) **diámetro maximo** : eje longitudinal mayor del aneurisma en sentido transversal.
- b) **diámetro del cuello:** medida de la amplitud del cuello del aneurisma en su origen.
- c) **altura o tamaño del aneurisma:** definido como la altura perpendicular maxima del aneurisma (del cuello al domo).
- d) **altura de la protuberancia:** siendo esta la altura desde el plano del cuello a el plano de el diámetro del ancho máximo.
- e) **diámetro de la arteria principal** : amplitud de la arteria aferente en el origen del aneurisma.
- f) **angulo de arteria principal versus apex del aneurisma:** se define como la inclinacion entre el aneurisma y el plano del cuello.
- g) **Angulo del vaso:** es definido como el ángulo entre el lado interno del vaso y el cuello.

- h) índice de aspecto:** definido como el índice de la altura perpendicular máxima al diámetro promedio del cuello, este último fue calculado como el doble de la distancia promedio de el centro del cuello a su borde.
- i) factor cuello de botella:** coeficiente entre el diámetro máximo y el diámetro del cuello.
- j) índice aneurisma / arteria Principal:** relación entre el diámetro máximo y el diámetro de la arteria principal.
- k) índice alto/ancho:** coeficiente entre la altura del aneurisma y el diámetro máximo.
- l) Índice de tamaño (SR):** altura máxima entre diámetro del vaso principal

## **DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO**

Expedientes médicos y estudios de imagen (angiografía cerebral o angiotomografía ) para todos los pacientes admitidos con diagnóstico de Hemorragia subaracnoidea al Hospital de Alta Especialidad “Centro Médico Nacional” Siglo XXI entre Enero y Julio de 2011, serán revisados. En cada caso el tamaño, localización, forma e índices geométricos serán determinados .

Cuando aneurismas múltiples fueron presentes, la determinación del aneurisma roto será realizada por los autores en base del patrón de flujo notado en la tomografía computada, morfología del aneurisma y hallazgos quirúrgicos.

En casos poco concluyentes, el paciente fue excluido del estudio. También fueron excluidos del grupo de estudio aquellos cuya medición directa del aneurisma no fue determinada o para quienes los estudios de imagen no estuvieron disponibles.

El tamaño del aneurisma fue obtenido de angiografía convencional o angiotomografía computarizada tridimensional.

La edad de presentación fue definida como la edad del paciente en el momento de su admisión. Localización del aneurisma fue clasificada como circulación anterior (cerebral anterior, comunicante anterior, carótida interna, cerebral media, oftálmica, paraoftálmica, comunicante posterior, coroidea anterior) o

circulación posterior (basilar, cerebral posterior, cerebelosa superior, cerebelosa antero inferior y postero inferior). Tamaño del aneurisma fue clasificado como pequeño (<6mm), mediano (7-15mm), grande (16 a 24mm) y gigante (>25mm). La forma fue definida como fusiforme, sacular o lobulada (incluyendo aquellos con aneurismas hijos)

Pacientes con todos los grados de severidad neurológica fueron incluidos en este estudio.

Todos los pacientes admitidos al servicio con diagnóstico de HSA no traumática, se les realizó Angiotomografía (CTA) . todos los estudios fueron realizados en equipo Toshiba (Tokio, japan) helicoidal lineal con adquisición de los datos en cortes de 0.5 a 1.0 mm de grosor y 0.5mm en el intervalo de reconstrucción de imágenes 2 y 3 dimensiones.

Se analizarán y reportaran las siguientes medidas uni=dimensionales

- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| 1. diámetro maximo                   | Dmax           |
| 2. diámetro del cuello               | Dneck          |
| 3. altura o tamaño del aneurisma     | H              |
| 4. altura del abultamiento mayor     | Hb             |
| 5. diámetros de la arteria principal | Dparent        |
| 6. angulo de arteria principal       | ang art. Ppal. |
| 7. Angulo del vaso:                  | áng. Aneurisma |

se calcularán los siguientes índices bi dimensionales

- |                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. índice de aspecto (IA)            | $H/D_{neck}$              |
| 2. factor cuello de botella          | $D_{max} W/D_{neck}$      |
| 3. localización del abultamiento     | $H_b/H$                   |
| 4. índice aneurisma / arteria Princ. | $D_{max}/D_{parent}$      |
| 5. índice alto=ancho                 | $H/D_{max} W$             |
| 6. Índice de tamaño (SR):            | altura max / $D_{parent}$ |

Este estudio fue conducido bajo protocolo de revisión Institucional de acuerdo con estándares para la protección de la privacidad de los pacientes. Se reviso una base de datos clínicos de enero a julio de 2011 y aprobado por el comité local de Investigación del hospital.



## RESULTADOS

La duración del estudio fue de 7 meses del 1º de Enero al 31 de Julio de 2011. Un total de 71 pacientes admitidos en el servicio de Neurocirugía de la Unidad de Alta Especialidad "Centro Médico Nacional Siglo XXI", con diagnóstico de Hemorragia Subaracnoidea de origen no traumática. Un total de 50 pacientes (70.42%) del sexo femenino entre las edades 30 y 86 años (promedio 60) y 21 pacientes (29.58%) del sexo masculino entre 17 y 80 años (promedio 57).

Del total de 71 pacientes en el estudio, 64 (90.14%) con evidencia de aneurisma como causa de HSA ( 17 H y 47 M) y 6 (8.45%) sin evidencia de aneurisma y 1 ( 1.41%) con malformación arteriovenosa como causa de la HSA (4 H y 3 M) .

De los pacientes que se identificó aneurisma intracraneal (AI) como causa de HSA, de acuerdo a la escala de Fisher (por tomografía) 7 (10.9%), 10 (15.63%) y 47 (73.43%), se presentaron como grado II, III y IV respectivamente. En relación a su presentación evaluada con la escala de la WFNS 26 (40.6%), 14 (21.9%), 4 (6.2), 9 (14.1) y 11(17.2%) lo hicieron con el grado I, II, III, IV y V respectivamente.

48 pacientes con evidencia de aneurisma único, 18 pacientes con evidencia de multiplicidad: 9 pacientes con 2 y 7 con 3 aneurismas. Un total de 64 pacientes con un total de 87 aneurismas, 83 (95.4%) de circulación anterior y 4 (4.6%) de circulación posterior .**Tabla 1**

La medición de los parámetros morfológicos de los aneurismas se pudo realizar en 51 de los 71 pacientes admitidos con diagnóstico de HSA, siendo excluidos de esta evaluación un total de 20 pacientes (28.16%). **tabla 2 y 3.**

51 pacientes incluidos en el estudio con 70 aneurismas ( 51 rotos y 19 no rotos). De los aneurismas considerados como rotos de acuerdo a los criterios de selección en caso de aneurismas múltiples , 50 aneurismas fueron dependientes de circulación anterior siendo los de origen en la arteria cerebral anterior en cualquiera de sus segmentos los más frecuentes con un total de 20 (39.21%), seguidos de los de origen en el segmento comunicante o arteria comunicante posterior con un total de 17 (33.33%) y los de arteria cerebral media como 3er lugar de frecuencia en presentación con 7 (13.72%), y 1 de circulación posterior (segmento P2 de arteria cerebral posterior derecha).

En la **Tabla 4 y 5** presentamos las medidas e índices morfológicos uní y bidimensionales evaluados para cada uno de los aneurismas rotos (de acuerdo a los parámetros referidos previamente para determinar el aneurisma roto en caso de ser múltiples. )

De las variables e índices consideradas como potenciales predictivas de riesgo de ruptura de los aneurismas intracraneales se considera que los aneurismas Intracraneales mayores de 10mm cursan por el tamaño con mayor riesgo de ruptura con un porcentaje anual de riesgo de ruptura de 1.9 % anual y de 0.7% en los < de 10mm, sin embargo estudios recientes han mostrado que gran porcentaje de los aneurismas rotos son menores de 10mm, así se ha

encontrado que aproximadamente 85.6% de Al rotos fueron < 10mm, de los cuales el 65.7 % fueron < de 7mm. **(Fig. 1).**

En el presente estudio 43 (82.35%) aneurismas fueron menores de 10mm de los cuales 36 (70.58%) fueron menores de 7mm en tamaño, 9 (17.65%) aneurismas mayores de 10mm. El 42.5 % correspondientes al complejo de la arteria cerebral anterior. Tabla 5.

En relación al ángulo del aneurisma con respecto al vaso aferente principal encontramos que 45 (88.3%) de los aneurismas tienen un ángulo mayor de 110 grados independientemente de si son de la porción lateral del vaso o de su porción terminal en relación a la arteria principal. **( Fig. 2)**

Dentro de los índices establecidos y considerados como factores predictivos de ruptura aneurismática son el Índice de tamaño (SR) y el índice de aspecto (AR). Nosotros encontramos que un total de 37 (72.54%) aneurismas rotos mostraron un  $SR > 2.05$  .

Y en relación al índice del aspecto del aneurisma (AR) 36 (70.56%) aneurismas estuvieron por arriba de 1.5 de los cuales 32 (62.4%) del total de aneurismas tuvieron un índice mayor a 1.6 el cual es considerado como el umbral de riesgo. **(Fig. 3)**

Tamaño	<5mm	6-10mm	11- 15mm	16- 20mm	21- 25mm	< 25mm	Total
<u>AcomA</u>	13	5	2	0	0	0	20
<b>A1</b>	1	0	0	0	0	0	1
<b>A2</b>	2	2	0	0	0	0	4
<u>Pericallosa</u>	3	1	0	0	0	0	4
<u>Oftálmica</u>	0	3	1	0	2	1	7
<u>ACM</u>	11	2	2	0	0	0	15
<u>carotida</u>	3	0	0	0	0	0	3
<u>AcomP</u>	8	10	1	3	0	0	22
<u>coroidea</u>	2	1	0	0	0	0	3
<u>basilar</u>	0	2	1	0	0	0	3
<u>ACP</u>	2	0	0	0	0	0	2
<u>hipofisaria</u>	2	1	0	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>87</b>

TABLA 1. Tamaño y localización de aneurismas de los pacientes admitidos al servicio con diagnóstico de HSA.

AcomA(arteria comunicante anterior), A1 y A2 (segmento A1 y A2 de arteria cerebral anterior), ACM (arteria cerebral media), AComP (arteria comunicante posterior), ACP (arteria cerebral posterior).

Tamaño	<5mm	6-10mm	11-15mm	16-20mm	21-25mm	< 25mm	Total
<u>AcomA</u>	11	3	0	0	0	0	14
A1	1	0	0	0	0	0	1
A2	2	1	0	0	0	0	3
<u>Pericallosa</u>	1	1	0	0	0	0	2
<u>Oftálmica</u>	0	2	0	0	1	1	4
ACM	5	0	2	0	0	0	7
<u>AcomP</u>	8	5	1	3	0	0	17
coroidea	1	0	0	0	0	0	1
ACP	0	1	0	0	0	0	1
ACI	1	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>51</b>

TABLA 2. Tamaño y localización de aneurismas rotos que se realizaron mediciones geométricas.

**Tabla 3.** Motivos de exclusión del estudio.

Razón	No. de pacientes
HSA no aneurismática	5
No estudio de ATC prequirúrgica	6
Incapacidad de definir sitio de ruptura	1
ATC irrecuperable	2
Pobre Técnica de la ATC	4
Aneurisma roto de tipo fusiforme	2
<b>Total</b>	<b>20</b>

HSA (hemorragia subaracnoidea); ATC (angiotomografía).

Tabla 4. Medidas numéricas unidimensionales de los aneurismas

No. Px	localizacion	D Máx	D cuello	H	H max	A	D vaso	< ane.	<. Vaso
1	segm. Com. Post izq.	17.8	8	11.4	11.78	4.6	3.5	112	22
2	segm. Oft. Der.	25	6.1	18	18.3	8	4.3	145	12
3	com. Ant.	6.9	3.9	6	6	2.1	1.7	156	80
4	A2 izq	5.4	4.1	4.5	4.8	1.25	1.2	114	42
5	P2	6.7	1.5	5.5	6	2	0.5	105	78
6	com. Ant.	10.6	4.5	6.5	10	5.7	1.7	138	38
7	segm. Com. Post izq.	5.1	3.7	4.9	4.9	1.6	3.8	96	42
8	A2	6	4	4.3	6	1.5	1.5	132	42
9	com. Ant.	2	2.3	1.6	2	0.5	1.6	119	82
10	segm. Oft. Der.	21	6.5	17	21	7	4.1	120	25
11	com. Ant.	5.1	2.1	4.2	5.1	2.25	1.6	120	54
12	coroidea izq	2	1	2	2	1	1	110	22
13	segm. Com. Post izq.	4	2	4	4	2	3.2	120	26
14	segm. Com. Post izq.	14.1	6.3	11.5	14.17	3.67	4.4	124	28
15	pericallosa izq	6.25	2.5	5.75	6.5	1.75	1.6	139	66
16	segm. Com. Post izq.	6.3	4.2	6.3	6.72	3.36	4.2	122	28
17	segm. Com. Post der.	20	7.1	21.4	21.4	9.2	4.2	114	22
18	ACM der	3	2.2	3.3	3.3	1.1	2.3	120	12
19	segm. Com. Post dere.	5.6	2.6	6	6.2	1.3	4	102	28
20	segm. Com. Post izq.	17.9	8.8	18	20	7.2	4.4	118	16
21	segm. Com. Post dere.	3.4	3.1	3.8	3.8	1.2	4.3	138	16
22	segm. Com. Post der	5.2	6	5.5	6	2.7	4.4	128	10
23	A1 izq	3.05	1.93	3.57	3.6	1.5	1.6	116	18
24	segm. Com.post izq	6.9	5.8	7.83	8.4	3.62	4.1	110	28
25	segm. Com. Post dere.	5.38	3.3	6.3	6.6	2.7	2	114	32
26	com. Ant.	5.2	3.7	4.9	6.4	1.85	1.7	130	28
27	segm. Com. Post dere.	4	4	5	5.3	2.1	4	110	12
28	bif. ACM der	5.7	3.3	6.6	7.6	3.2	1.4	117	26
29	ACM der	11.2	5.2	14.3	15	4.3	2.5	116	26
30	com. Ant.	5.8	3.4	7.6	8	4.3	1.6	118	56
31	segm. Com.post izq	6.5	4	7.5	9	4.5	3.5	118	42
32	ACM der	4.8	2.25	6.37	6.75	1.5	1.5	98	22
33	segm. Oft. izq	9.2	8.6	11.2	13	4.8	4.4	114	18
34	ACM bif.	2.1	1.8	3	3	2.1	1.2	152	20
35	com. Ant.	2.5	1.5	3.4	3.6	28	1.7	114	72
36	segm. Oft. Izq	6.8	3.4	8.9	9.9	3.74	4	132	10
37	com. Ant.	2.62	1.65	3.3	3.85	1.5	1.7	118	24
38	com.ant.	6	5	7.5	9	3.5	1.7	115	40
39	com. Ant.	2.25	1.8	2.47	3.6	1.35	2	116	78
40	com. Ant.	2.82	2.1	4.34	4.54	1.3	1.3	145	62
41	com. Ant.	3.4	2.2	4.8	5.5	1.3	1.7	116	38
42	bif. ACI	3	2	4	5	2.5	4.5	160	42
43	segm. Com. Post dere.	6	7	9	10	2	4.1	110	8
44	segm. Com. Post izq.	9	4	14	15	7.5	4.2	111	20
45	ACM bif.	11.2	5	15	20	5	2.5	110	25
46	ACM der	5	2.1	9	9	5	1.4	106	30
47	com. Ant.	3.74	2.51	6.33	7	3.3	1.5	142	12
48	pericallosa der	1.16	2.1	2.2	2.3	0.8	1.5	118	34
49	com. Ant.	1	0.5	2	2	1	1.3	150	12
50	A2 der	2.5	2.1	5.25	5.77	2	1.3	100	16
51	segm. Com. Post dere.	2.8	1.8	5.8	6.5	3.1	3.5	124	24

No. Px (Num. de paciente), D Max (diámetro máximo), D Cuello (diámetro cuello), H (altura), H Max (altura máxima), A (abultamiento), D Max (diámetro máximo), < ane.( ángulo del aneurisma), < vaso (ángulo de vaso principal).

Tabla 5. Medidas numéricas bidimensionales de los aneurismas

No. Px	I. Aspecto	Factor cuello	I. Abult.	I. ane/art princ	I. alto/ancho	SR
1	1.43	2.23	0.40	5.09	0.64	3.37
2	2.95	4.10	0.44	5.81	0.72	4.26
3	1.54	1.77	0.35	4.06	0.87	3.53
4	1.10	1.32	0.28	4.50	0.83	4.00
5	3.67	4.47	0.36	13.40	0.82	12.00
6	1.44	2.36	0.88	6.24	0.61	5.88
7	1.32	1.38	0.33	1.34	0.96	1.29
8	1.08	1.50	0.35	4.00	0.72	4.00
9	0.70	0.87	0.31	1.25	0.80	1.25
10	2.62	3.23	0.41	5.12	0.81	5.12
11	2.00	2.43	0.54	3.19	0.82	3.19
12	2.00	2.00	0.50	2.00	1.00	2.00
13	2.00	2.00	0.50	1.25	1.00	1.25
14	1.83	2.24	0.32	3.20	0.82	3.22
15	2.30	2.50	0.30	3.91	0.92	4.06
16	1.50	1.50	0.53	1.50	1.00	1.60
17	3.01	2.82	0.43	4.76	1.07	5.10
18	1.50	1.36	0.33	1.30	1.10	1.43
19	2.31	2.15	0.22	1.40	1.07	1.55
20	2.05	2.03	0.40	4.07	1.01	4.55
21	1.23	1.10	0.32	0.79	1.12	0.88
22	0.92	0.87	0.49	1.18	1.06	1.36
23	1.85	1.58	0.42	1.91	1.17	2.25
24	1.35	1.19	0.46	1.68	1.13	2.05
25	1.91	1.63	0.43	2.69	1.17	3.30
26	1.32	1.41	0.38	3.06	0.94	3.76
27	1.25	1.00	0.42	1.00	1.25	1.33
28	2.00	1.73	0.48	4.07	1.16	5.43
29	2.75	2.15	0.30	4.48	1.28	6.00
30	2.24	1.71	0.57	3.63	1.31	5.00
31	1.88	1.63	0.60	1.86	1.15	2.57
32	2.83	2.13	0.24	3.20	1.33	4.50
33	1.30	1.07	0.43	2.09	1.22	2.95
34	1.67	1.17	0.70	1.75	1.43	2.50
35	2.27	1.67	8.24	1.47	1.36	2.12
36	2.62	2.00	0.42	1.70	1.31	2.48
37	2.00	1.59	0.45	1.54	1.26	2.26
38	1.5	1.2	0.47	3.53	1.25	5.29
39	1.37	1.25	0.55	1.13	1.10	1.80
40	2.07	1.34	0.30	2.17	1.54	3.49
41	2.18	1.55	0.27	2.00	1.41	3.24
42	2.00	1.50	0.63	0.67	1.33	1.11
43	1.29	0.86	0.22	1.46	1.50	2.44
44	3.50	2.25	0.54	2.14	1.56	3.57
45	3.00	2.24	0.33	4.48	1.34	8.00
46	4.29	2.38	0.56	3.57	1.80	6.43
47	2.52	1.49	0.52	2.49	1.69	4.67
48	1.05	0.55	0.36	0.77	1.90	1.53
49	4.00	2.00	0.50	0.77	2.00	1.54
50	2.50	1.19	0.38	1.92	2.10	4.44
51	3.22	1.56	0.53	0.80	2.07	1.86

No. Px (Num. de paciente), I (índice), Abult. (abultamiento), ane (aneurisma), art (arteria) princ. (principal), SR (índice tamaño).



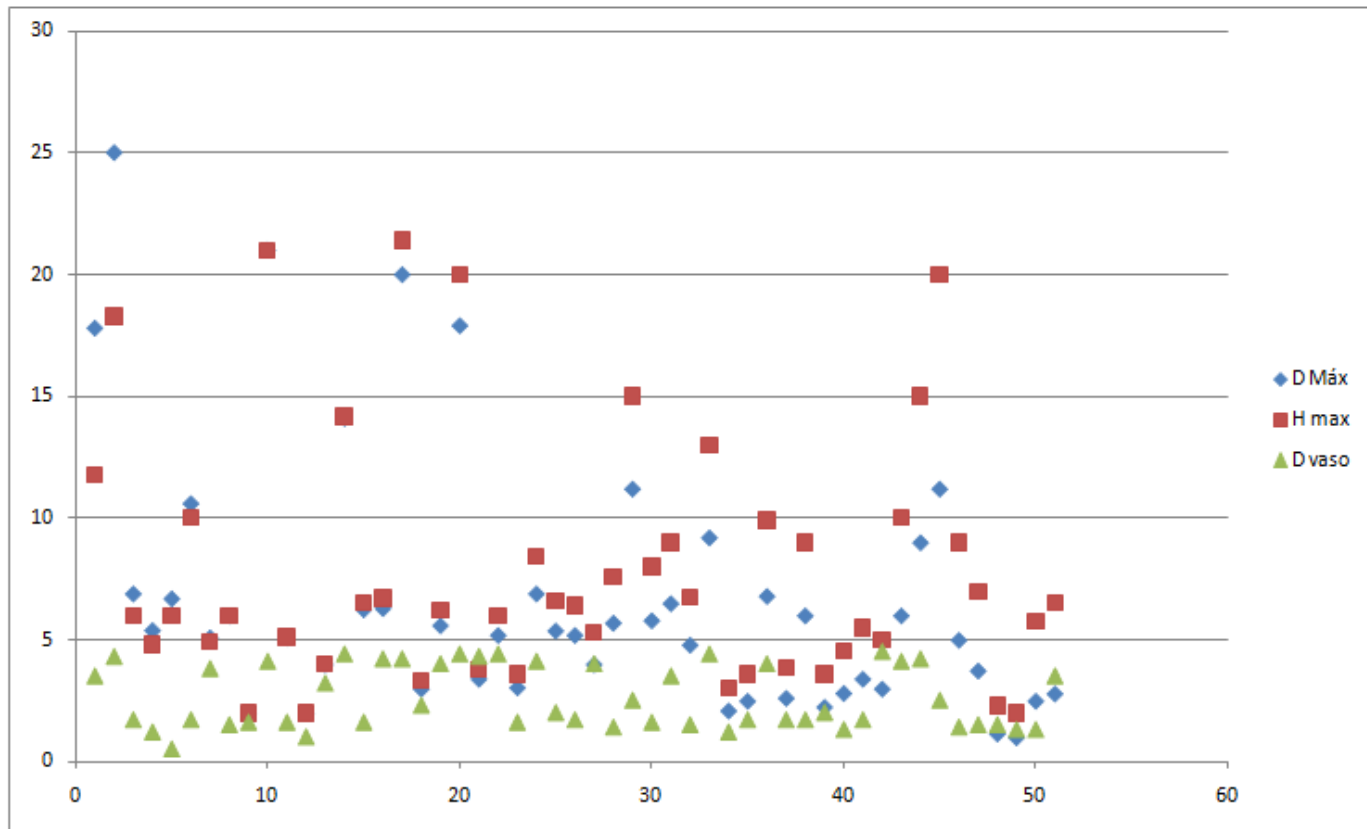


Figura 1. Curva de las características operativas para los parámetros claves como factores predictivos de ruptura de cada uno de los casos control.

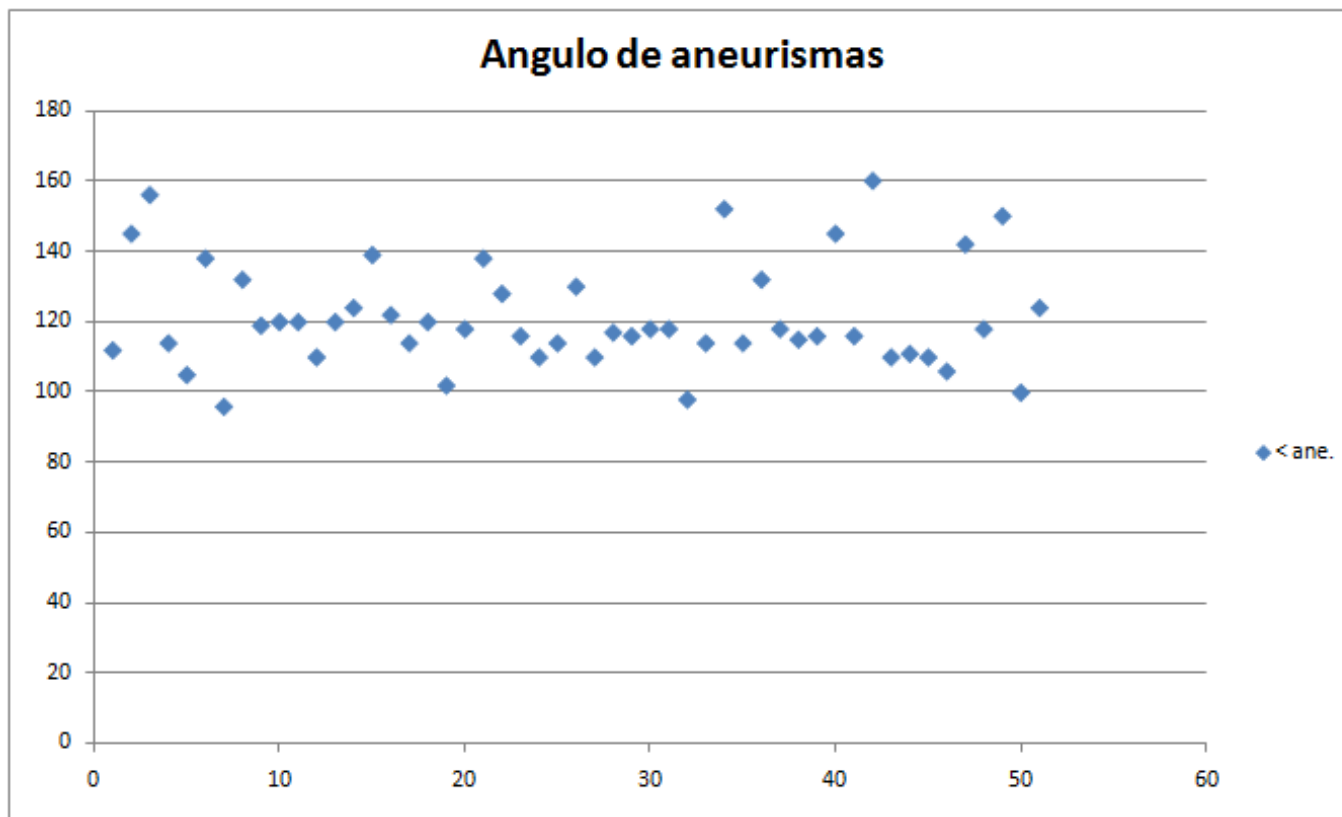


Figura 2. Curva de las características del parámetro ángulo de cada uno de los casos control.

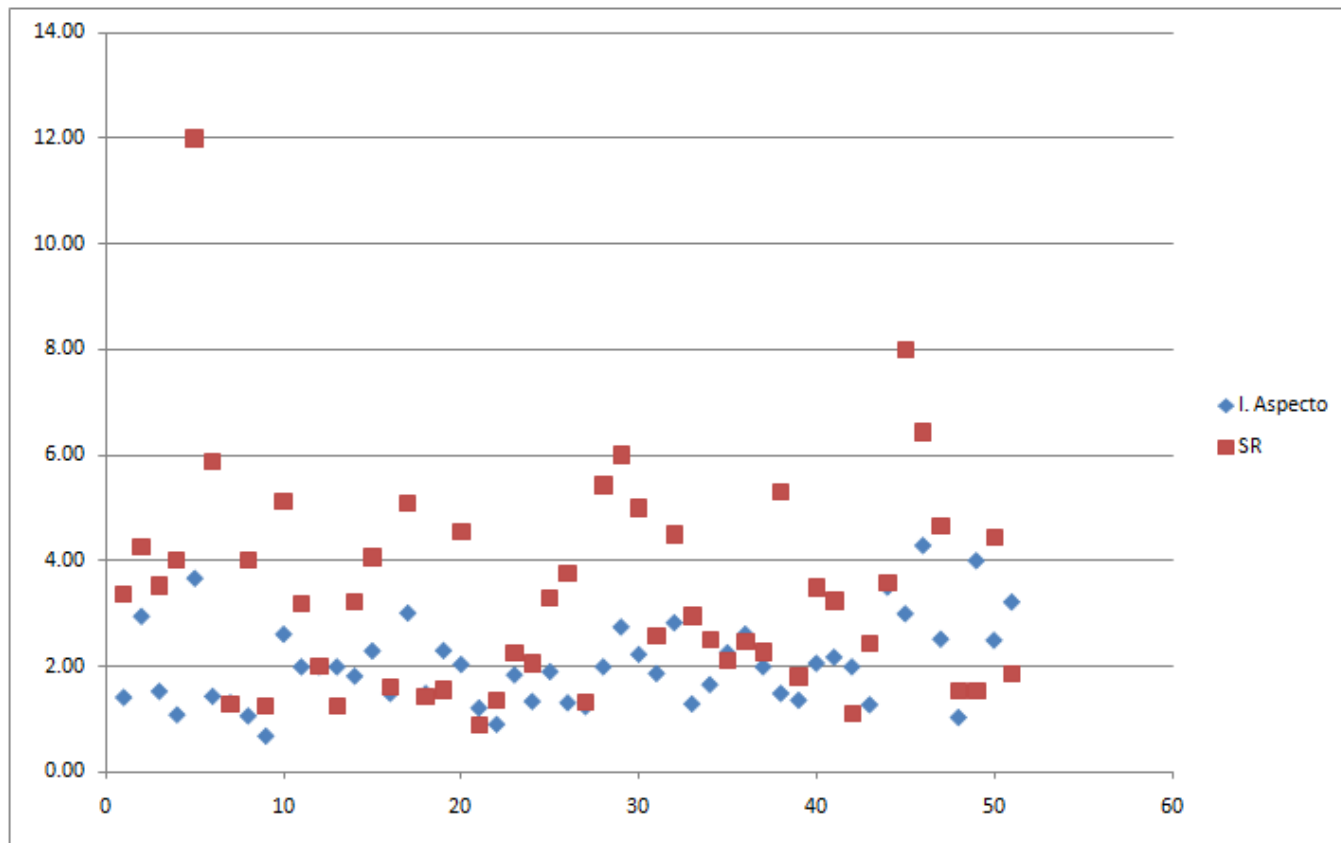


Figura 3. Curva de las características operativas para los parámetros bidimensionales de cada uno de los casos control.

## DISCUSION

La HSA de origen aneurismático es un devastante evento, con una severa morbi y mortalidad. La incidencia de a HSA se estima en 10 por cada 100000 personas por año. Por años muchos investigadores han tratado de identificar factores críticos que puedan predecir cuales aneurismas están en un riesgo incrementado de ruptura y cuáles no. un numero de estudios han demostrado una significativa asociación de riesgo de ruptura con el tamaño del aneurisma y la localización. Aneurismas mas grandes se sospechan estar en un riesgo incrementado de ruptura, sin embargo estos hallazgos no siempre son consistentes. La circulación posterior y la localización en arteria comunicante posterior se piensa representar un alto riesgo de ruptura.

Un número de estudios han intentado estudiar la forma del aneurisma y el flujo dinámico usando sofisticados modelos matemáticos y computacionales. Demostrar una asociación entre la forma o el flujo dinámico y el riesgo de ruptura es difícil.

Este estudio representa un medio útil para valorara las características y medidas independientemente. En este estudio , nosotros hemos evaluado 12 parámetros morfológicos de los cuales 7 son medidas unidimensionales y 5 son índices previamente establecidas y estudiadas como potenciales predictores de ruptura de aneurismas intracraneales, como un estudio comparativo y relacionar nuestros hallazgos cono los previamente establecidos en estudios previos.

Rinkel y col. Revisaron 9 estudios y encontraron que el riesgo de ruptura para un aneurisma > 10mm fue de 1.9 % anual y 0.7% en los < de 10mm. Forget y col. De 245 casos encontraron 85.6% de AR rotos fueron < 10mm y Nahed y col, encontraron que el 65.7 % fueron < de 7mm.

Nosotros coincidimos que el mayor riesgo de ruptura se presenta en los aneurismas menores de 10mm en un 82.35% representando los aneurismas menores de 7m el 70.58%.

En relación al índice del tamaño Dhar y col. definen que aquellos aneurismas con un SR > 2.05 tienen mayor riesgo de ruptura, índice encontrado en este estudio en el 72.54%.

En sus estudios realizados Ujiie y col. Introdujeron el concepto de Índice de aspecto, sugiriendo que el AR valorable como un predictor de ruptura del aneurisma fue e 1.6.

Nuestros hallazgos sugieren que el valor de AR puede ser factor de predicción para ruptura de aneurismas pero a diferencia de estudios previos encontramos que el valor en el cual más del 62% se presentó fue de 1.5

Sin embargo hemos de considerar que el presente estudio presenta ciertas limitaciones siendo los puntos concernientes a este el hecho de que nuestros datos de los aneurismas rotos pudiesen haber sido afectado por vasoespasmo, ya que es bien aceptado que el vasoespasmo afecta a la arteria principal en la cual la hemorragia ocurre y que es dada aproximadamente 5 días después de la hemorragia, considerando que la vasta mayoría de nuestros pacientes incluidos se presentaron a valoración posterior a 72 hrs del

evento inicial. Luego entonces se puede considerar que este vasoespasmo pudo haberse presentado y haber influido en algunos resultados.

Otro dato fue que los aneurismas rotos pudiesen haber sido afectados por la ruptura en sí misma, tanto en su forma como tamaño.

Y en tercer orden el presente estudio no cuenta con un estudio de aneurismas no rotos para realización e un comparativo así como no se cuenta con estudios previos de los pacientes donde se documentara la presencia de los aneurismas para valorar si hubo cambios morfológicos durante su ruptura.

Sin embargo podemos considerar que los hallazgos obtenidos en el presente estudio son importantes porque muestran de primera instancia que los aneurismas pequeños no son tan benignos como comúnmente se piensa. Creemos que los parámetros e índices geométricos evaluados tienen la ventaja de poder ser fácilmente calculables mediante estudios de angiotomografía o angiografía cerebral con reconstrucciones 3D, que quizá sean de utilidad en la práctica clínica para los Neurocirujanos en su decisión de tratamiento de los Aneurismas intracraneales no rotos.

## Bibliografía

1. Asari S, Ohmoto T: Natural history and risk factors of unruptured cerebral aneurysms. *Clin Neurol Neurosurg* 95:205–214, 1993.
2. Beck J, Rohde S, Berkefeld J, Seifert V, Raabe A: Size and location of ruptured and unruptured intracranial aneurysms measured by 3-dimensional rotational angiography. *Surg Neurol* 65:18–27, 2006.
3. Black SPW, German WJ: Observation on the relationship between the volume and the size of the orifice of experimental aneurysms. *J Neurosurg* 17:984–990, 1960.
4. Carter BS, Sheth S, Chang E, Sethi M, Ogilvy CS: Epidemiology of the size distribution of intracranial bifurcation aneurysms: Smaller size of distal aneurysms and increasing size of unruptured aneurysms with age. *Neurosurgery* 58:217–223, 2006.
5. Castro MA, Putman CM, Cebal JR: Computational fluid dynamics modeling of intracranial aneurysms: Effects of parent artery segmentation on intraaneurysmal hemodynamics. *AJNR Am J Neuroradiol* 27:1703–1709, 2006.
6. Cebal JR, Castro MA, Burgess JE, Pergolizzi RS, Sheridan MJ, Putman CM: Characterization of cerebral aneurysms for assessing risk of rupture by using patient-specific computational hemodynamics models. *AJNR Am J Neuroradiol* 26:2550–2559, 2005.
7. Dhar Sujan, Tremmel Markus, Mocco I: Morphology parameters for intracranial aneurysm rupture risk assessment. *Neurosurgery* 63:185-195,2008.
8. Dickey P, Nunes J, Bautista C, Goodrich I: Intracranial aneurysms:Size, risk of rupture, and prophylactic surgical treatment. *Conn Med* 58:583-586, 1994.
9. Ellamushi HE, Grieve JP, Jager HR, Kitchen ND: Risk factors for the formation of multiple ntracranial aneurysms. *J Neurosurg* 94:728–732, 2001.
10. Forget TR Jr, Benitez R, Veznedaroglu E, Sharan A, Mitchell W, Silva M, Rosenwasser RH: A review of size and location of ruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 49:1322–1326, 2001.

11. Hassan T, Timofeev EV, Saito T, Shimizu H, Ezura M, Matsumoto Y, Takayama K, Tominaga T, Takahashi A: A proposed parent vessel geometrybased categorization of saccular intracranial aneurysms: Computational flow dynamics analysis of the risk factors for lesion rupture. *J Neurosurg* 103:662–680, 2005.
12. Hoh Brian, Sistrom Christopher, Firment Christopher: Bottleneck factor and Height-Width ratio: association with ruptured aneurysms in patient with multiple cerebral aneurysms. *Neurosurgery* 61:716-723, 2007.
13. Hoi Y, Meng H, Woodward SH, Bendok BR, Hanel RA, Guterman LR, Hopkins LN: Effects of arterial geometry on aneurysm growth: Three-dimensional computational fluid dynamics study. *J Neurosurg* 101:676–681, 2004.
14. Huang J, van Gelder JM: The probability of sudden death from rupture of intracranial aneurysms: A meta-analysis. *Neurosurgery* 51:1101–1107, 2002.
15. Juvela S, Porras M, Heiskanen O: Natural history of unruptured intracranial aneurysms: A long-term follow-up study. *J Neurosurg* 79:174-182, 1993.
16. Juvela S, Hillbom M, Numminen H, Koskinen P: Cigarette smoking and alcohol consumption as risk factors for aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 24:639–646, 1993.
17. Juvela S, Porras M, Poussa K: Natural history of unruptured intracranial aneurysms: Probability of and risk factors for aneurysm rupture. *J Neurosurg* 93:379-387, 2000.
18. Juvela S: Risk factors for multiple intracranial aneurysms. *Stroke* 31:392–397, 2000.
19. Juvela S, Poussa K, Porras M: Factors affecting formation and growth of intracranial aneurysms: A long-term follow-up study. *Stroke* 32:485–491, 2001.
20. Juvela S: Natural history of unruptured intracranial aneurysms: Risks for aneurysm formation, growth, and rupture. *Acta Neurochir Suppl* 82:27–30, 2002.
21. Juvela S: Hypertension and aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Wien Klin Wochenschr* 114:285–286, 2002.



22. Juvela S: Risk factors for aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 33:2152–2153, 2002.
23. Kataoka K, Taneda M, Asai T, Yamada Y: Difference in nature of ruptured and unruptured cerebral aneurysms. *Lancet* 355:203, 2000 (letter).
24. McCormick WF, Acosta-Rua GJ: The size of intracranial saccular aneurysms: An autopsy study. *J Neurosurg* 33:422-427, 1970.
25. Ma B, Harbaugh RE, Raghavan ML: Three-dimensional geometrical characterization of cerebral aneurysms. *Ann Biomed Eng* 32:264–273, 2004.
26. Mayberg MR, Batjer HH, Dacey RG Jr, Diringer M, Haley EC, Heros RC, Sternau LL, Torner J, Adams HP Jr, Feinberg W: 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* 25:2315–2328, 1994.
27. Meng H, Feng Y, Woodward SH, Bendok BR, Hanel RA, Guterman LR, Hopkins LN: Mathematical model of the rupture mechanism of intracranial saccular aneurysms through daughter aneurysm formation and growth. *Neurol Res* 27:459–465, 2005.
28. Nader-Sepahi A, Casimiro M, Sen J, Kitchen ND: Is aspect ratio a reliable predictor of intracranial aneurysm rupture? *Neurosurgery* 54:1343–1348, 2004.
29. Nahed BV, DiLuna ML, Morgan T, Ocal E, Hawkins AA, Ozduman K, Kahle KT, Chamberlain A, Amar AP, Gunel M: Hypertension, age, and location predict rupture of small intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 57:676–683, 2005.
30. Ogilvy CS, Carter BS: Stratification of outcome for surgically treated unruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 52:82–87, 2003.
32. Ohashi Y, Horikoshi T, Sugita M, Yagishita T, Nukui H: Size of cerebral aneurysms and related factors in patients with subarachnoid hemorrhage. *Surg Neurol* 61:239–247, 2004.
31. Orz Y, Kobayashi M, Osawa M, Tanaka Y: Aneurysm size: A prognostic factor for rupture. *Br J Neurosurg* 11:144-149, 1997.
32. Qureshi Adnan I, Sung Gene Y, Straw Robert N: Factors Associated with Aneurysm Size in patients with subarachnoid hemorrhage: Effect of smoking and aneurysm location. *Neurosurgery* 46:44-50, 2000.

33. Raghavan ML, Ma B, Harbaugh RE: Quantified aneurysm shape and rupture risk. *J Neurosurg* 102:355–362, 2005.
34. Rinkel GJ, Djibuti M, Algra A, van Gijn J: Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: A systematic review. *Stroke* 29:251–256, 1998.
35. Russell SM, Lin K, Hahn SA, Jafar JJ: Smaller cerebral aneurysms producing more extensive subarachnoid hemorrhage following rupture: A radiological investigation and discussion of theoretical determinants. *J Neurosurg* 99: 248–253, 2003.
36. Schievink WI, Wijndicks EFM, Parisi JE, Piepgras DG, Whisnant JP: Sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 45:871–874, 1995.
37. The International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators: Unruptured intracranial aneurysms: Risk of rupture and risks of surgical intervention—The International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. *N Engl J Med* 339:1725-1733, 1998.
38. Ujiie H, Sato K, Onda H, Oikawa A, Kagawa M, Takakura K, Kobayashi N: Clinical analysis of incidentally discovered unruptured aneurysms. *Stroke* 24:1850–1856, 1993.
39. Ujiie H, Tachibana H, Hiramatsu O, Hazel AL, Matsumoto T, Ogasawara Y, Nakajima H, Hori T, Takakura K, Kajiya F: Effects of size and shape (aspect ratio) on the hemodynamics of saccular aneurysms: A possible index for surgical treatment of intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 45:119–130, 1999.
40. Ujiie H, Tamano Y, Sasaki K, Hori T: Is the aspect ratio a reliable index for predicting the rupture of a saccular aneurysm? *Neurosurgery* 48:495–503, 2001.
41. Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms: Risk of rupture and risks of surgical intervention—International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. *N Engl J Med* 339:1725–1733, 1998.
42. Weir B, Disney L, Karrison T: Sizes of ruptured and unruptured aneurysms in relation to their sites and the ages of patients. *J Neurosurg* 96:64–70, 2002.
43. Weir B, Amidei C, Kongable G, Findlay JM, Kassell NF, Kelly J, Dai L, Karrison TG: The aspect ratio (dome/neck) of ruptured and unruptured aneurysms. *J Neurosurg* 99:447–451, 2003.

44. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, Meissner I, Brown RD Jr, Piepgras DG, Forbes GS, Thielen K, Nichols D, O'Fallon WM, Peacock J, Jaeger L, Kassell NF, Kongable-Beckman GL, Torner JC: Unruptured intracranial aneurysms: Natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 362:103–110, 2003.
45. Yasargil M. G. : *Microneurosurgery: Considerations of the Intracranial Aneurysms* Cap. V: 279-350, 2006.
46. Yasui N, Magarisawa S, Suzuki A, Nishimura H, Okudera T, Abe T: Subarachnoid hemorrhage caused by previously diagnosed, previously unruptured intracranial aneurysm: A retrospective analysis of 25 cases. *Neurosurgery* 39:1096-1101, 1996.