



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA
INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIROLOGÍA
“DR. MANUEL VELASCO SUÁREZ”

ÍNDICE DE RECANALIZACIÓN DE ANEURISMAS TRATADOS CON COILS

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA

PRESENTA:

DR. GLEXER PAÚL MEJÍA ANDRADE

TUTOR DE TESIS

DRA. YOLANDA ABURTO MURRIETA

COAUTOR

DRA. DULCE MARÍA BONIFACIO DELGADILLO

México 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.

Dr. Ricardo Colin Piana
Director de Enseñanza

Dra. Yolanda Aburto Murrieta
Tutor de Tesis

Dr. Marco Antonio Zenteno Castellanos
Profesor Titular del Curso

Dr. Glexer Paúl Mejía Andrade
Autor

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	
- Prevalencia de los aneurismas intracraneales	5
- Manifestaciones clínicas	5
- Localización	6
- Tasa de ruptura	6
- Tratamiento de los aneurismas intracraneales	7
- Recanalización	9
- Seguimiento	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
HIPÓTESIS	14
OBJETIVOS Y METAS	15
JUSTIFICACIÓN	16
METODOLOGÍA	17
VARIABLES	18
CONSIDERACIONES ÉTICAS	21
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIÓN	27
ANEXOS	28
BIBLIOGRAFÍA	31

RESUMEN

“Índice de recanalización de aneurismas tratados con coils”

Introducción. La hemorragia subaracnoidea (HAS) es una de las principales causa de morbimortalidad dentro de los padecimientos neurológicos; dicha entidad se encuentra ligada en forma casi exclusiva a la ruptura de aneurismas intracraneales (AI). El tratamiento de los AI por vía endovascular constituye una alternativa adecuada y eficaz para evitar la ruptura de dichas lesiones. Sin embargo esta modalidad terapéutica en algunos casos no constituye un tratamiento definitivo, ya que en determinadas circunstancias las lesiones aneurismáticas embolizadas tienen tasas de recanalización muy elevadas, incrementando la posibilidad de sangrado intracraneal. De ahí la importancia de conocer de manera óptima el comportamiento a largo plazo de los AI tratados mediante embolización con coils, analizar y evitar los factores que favorezcan la recanalización.

Objetivo. Describir las características morfológicas de los AI tratados mediante embolización con coils en Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, establecer la tasa de recanalización y analizar cuales son los factores vinculados con una mayor incidencia de ésta.

Materiales y Métodos. Estudio retrospectivo, transversal y descriptivo, en el cual se analizaron los expedientes clínicos y radiológicos de pacientes sometidos a embolización de aneurismas intracraneales. Se incluyeron un total de 121 aneurismas pertenecientes a 105 pacientes tratados en el servicio de terapia endovascular del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) entre marzo del 2007 y febrero del 2011.

Resultados. El presente estudio mostró que todos los pacientes incluidos presentaron al menos un control angiográfico, 72 pacientes tuvieron un segundo control angiográfico y solo 15 pacientes tuvieron un tercer control angiográfico. El promedio de meses desde la embolización hasta el primer control fue de 8.63 meses. El grado de oclusión aneurismática inmediatamente después de la embolización fue completa (R/R I) en el 47.6% de los pacientes solo embolización del domo (R/R II) 48.6% y los aneurismas en los cuales no se logró una protección completa del saco aneurismático (R/R III) representó el 3.8% de los casos.

Conclusiones. En este estudio se mostró que los pacientes en los cuales se logra una embolización completa del aneurisma durante el primer procedimiento de embolización se mantienen prácticamente sin cambios durante los controles angiográficos subsecuentes.

Palabras claves. Hemorragia Subaracnoidea (HSA) Aneurismas Intracraneales (AI) Coils Desprendibles de Guglielmi (GDC) Arteria carótida interna (ACI) Arteria comunicante anterior (ACo.A) Arteria cerebral media (ACM) Arteria comunicante posterior (ACo.P)

INTRODUCCIÓN

Los aneurismas intracraneales (AI) son dilataciones patológicas de las arterias cerebrales; estas lesiones se originan con mayor frecuencia en las zonas de bifurcación o en los sitios en los cuales la pared de la arteria está sometida a un mayor estrés hemodinámico, como por ejemplo las curvaturas de los vasos sanguíneos.^{1, 2} La mayoría de los estudios de autopsia han estimado su prevalencia en alrededor del 2 al 5%.³

Desde un punto de vista clínico, los AI pueden cursar asintomáticos (Incidentales) y solo pueden ser descubiertos en tres circunstancias: 1) Diagnóstico por autopsia en caso de muerte por otra causa, 2) Hallazgo durante estudio de imagen indicado por otra patología, 3) Rastreo a solicitud del médico o del paciente en condiciones que predisponen a mayor incidencia de aneurismas (antecedentes familiares de aneurismas, riñones poliquísticos, algunas colagenopatías). Cuando son sintomáticos, suelen manifestarse de tres maneras: 1) mediante síntomas y signos derivados de su **ruptura**, 2) por **compresión** de elementos del neuroeje, principalmente nervios craneales, y 3) por **isquemia** condicionada por liberación de émbolos desde el saco aneurismático^{1,3,6,7}.

La manifestación clínica más dramática de un AI es la Hemorragia Subaracnoidea (HSA), la cual es originada por su ruptura. La HSA se considera una emergencia neurológica caracterizada por la extravasación de sangre hacia el espacio subaracnoideo. Representa del 2 al 5% de los eventos vasculares cerebrales hemorrágicos agudos y afecta cerca de 21.000 a 33.000 personas cada año en los EEUU. La incidencia mundial de la HSA es de aproximadamente 10.5 casos por cada 10.000 personas por año.⁴ La edad promedio de presentación es de 55 años.⁵ El tabaquismo, la hipertensión arterial sistémica, y el consumo excesivo de alcohol son los factores de riesgo más importante vinculados con la HSA.^{6, 7} Más del 30% de los pacientes mueren en las primeras 24 horas de sangrado y otro 25 a 30% muere durante las 4 semanas subsecuentes si no son tratados.⁵ La HSA tiene una mortalidad promedio del 51% y un tercio de los pacientes que sobreviven necesitan cuidados de por vida.⁸ Del 2% al 4% resangran en las primeras 24 horas después del episodio inicial y de un 15 a 20% lo hacen dentro de las primeras 2 semanas. Además de este elevado índice de re-sangrado, los pacientes que sobreviven están sujetos a una elevada tasa de mortalidad condicionada por otras complicaciones secundarias a la HSA.⁹ El déficit isquémico tardío secundario a vasoespasmo, es la segunda causa más frecuente de morbimortalidad (después del resangrado). Los pacientes

con síntomas de compresión, tales como parálisis de nervios craneales o disfunción del tallo cerebral son portadores de aneurismas grandes o gigantes, lo que implican un riesgo elevado de ruptura, hasta de un 6% anual.¹⁰

Las localizaciones más frecuentemente reportadas para aneurismas no rotos o incidentales son: 1) arteria carótida interna (64%), 2) arteria comunicante anterior (12.8%) y 3) arteria cerebral media (6.3%). La localización de los aneurismas rotos son, por orden de frecuencia: 1) arteria comunicante anterior (32%), 2) comunicante posterior (26.4% y 3) arteria cerebral media (26.2%).¹⁰

De acuerdo con un estudio internacional de AI no rotos, la tasa acumulada a los cinco años de ruptura de aneurismas localizados en la arteria carótida interna (arteria comunicante anterior, arteria cerebral anterior o arteria cerebral media) es: 0% para los aneurismas por debajo de 7mm, 2.6% para los aneurismas de 7 a 12mm, 14.5% para los de 13 a 24mm, y del 40% para los aneurismas de 25mm o más. Esta tasa contrasta con las tasas de ruptura de 2.5%, 14.5%, 18.4% y 50%, respectivamente para los mismos tamaños de aneurismas en la circulación posterior y arteria comunicante posterior.¹¹

El manejo definitivo de los AI consiste en la exclusión de la lesión del árbol vascular cerebral.¹² Actualmente, las opciones terapéuticas son la cirugía y la terapia endovascular neurológica. Tradicionalmente, la opción quirúrgica fue el método preferido de tratamiento,¹³ sin embargo, en los últimos 15 años el tratamiento endovascular de los aneurismas se ha posicionado como la primera opción.¹⁴⁻¹⁷ Se han desarrollado nuevas estrategias de manejo endovascular de los aneurismas en un intento de minimizar riesgos y optimizar resultados en paciente con HSA. Desde la introducción de las espirales (coils) desprendibles de Guglielmi (GDC, por sus siglas en inglés) en 1991, el tratamiento endovascular ha asumido una importancia creciente; sin embargo, esta forma de tratamiento no está exenta de riesgos y se asocia con complicaciones agudas como hemorragia, isquemia, migración del coils y complicaciones tardías como la recanalización.^{9,14,18,71} El porcentaje de perforación aneurismática durante la embolización, se sitúa entre 1.4 y 4.5%; este tipo de complicaciones se vincula con problemas realmente serios ya que en el 33% de los casos los pacientes fallecen.^{65,69,71}

En muchas ocasiones, la decisión terapéutica no debe recaer sobre un solo especialista, sino estar sujeta a la evaluación por un equipo multidisciplinario que incluya microcirugía vascular,

terapia endovascular y cuidados críticos neurológicos.¹³ En México, la falta de presupuesto económico (subsidio) hace recaer sobre la familia del paciente el costo de los insumos, por lo que muchos pacientes se ven excluidos de la posibilidad de tratamiento endovascular, independientemente de que sean candidatos a manejo endovascular.

1.1 Breve reseña histórica

Clásicamente, los aneurismas intracraneales fueron tratados mediante técnicas quirúrgicas que evolucionaron gracias a los esfuerzos de pioneros de técnica. La implementación mundial de la disciplina microneuroquirúrgica en las décadas de los 70's y 80's revolucionó los abordajes y técnicas quirúrgicas.^{19, 20} En la actualidad estas técnicas son: 1) clipaje simple del aneurisma, 2) reconstrucción vascular mediante clips, 3) recubrimiento "Wrapping" del aneurisma, 4) atrapamiento vascular simple "Trapping" y 5) atrapamiento vascular con by-pass. Este desarrollo disminuyó notablemente la morbimortalidad ocasionada por la enfermedad aneurismática, sin librarse de potenciales complicaciones dependientes de la técnica y no todos los pacientes eran accesibles a la cirugía convencional; de allí surge la necesidad de crear y desarrollar técnicas alternativas. En la década de los 70's Fedor Serbinenko trató los primeros aneurismas por vía endovascular mediante balones desprendibles abriendo la puerta a toda una especialidad que hoy conocemos como Terapia Endovascular Neurológica (TEN). La embolización con balones desprendibles era una técnica, difícil y riesgosa, por lo que en la década de los 80's se desarrollaron pequeñas espirales de platino que se colocaban libremente dentro del saco aneurismático, con muchas dificultades y riesgos. En los albores de los 90's, Guido Guglielmi elaboró coils desprendibles mediante un sistema electrolítico (coils desprendibles de Guglielmi (GDC)), haciendo al método mucho más controlable y reproducible. El primer centro en el mundo en utilizar estas nuevas espirales fue la Universidad de Los Ángeles en California en Marzo de 1991.²¹ En agosto del mismo año, el Instituto ENERI (Equipo de Neurocirugía Endovascular y Radiología Intervencionista) de Buenos Aires y el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía siguieron la experiencia de la UCLA. La FDA (Food and Drugs Administration) aprobó el uso de los GDC en 1995, en el manejo de aneurismas no susceptibles de manejo quirúrgico,²² sin embargo su uso se extendió mundialmente para varios tipos de aneurismas, rotos o no. Rápidamente se hicieron evidentes las limitaciones de los dispositivos; esto motivó el desarrollo de nuevos diseños de coils, los cuales fueron modificados en su morfología, comportamiento al empaquetamiento, adición de materiales bioactivos e hidrofílicos con la finalidad de asegurar la estabilidad del saco aneurismático a largo plazo.¹² Este desarrollo ha

ubicado a la TEN ya no como una alternativa para el manejo de los aneurismas, sino en una técnica segura y de primera elección.²³

1.2 Tratamiento con coils

Los coils desprendibles de platino (GDC; Boston Scientific/Target Therapeutics, Fremont, CA, USA) diseñados por Guglielmi, fueron introducidos en 1990 para su uso con fines de investigación clínica en USA, pero no fueron aprobados por la FDA hasta 1995, a pesar de que en Europa se utilizaron desde 1992.^{21, 24 16} Los coils son espirales fabricados de platino que se introducen en el aneurisma mediante una guía de acero de la que posteriormente se desprenden.²³ La embolización consiste en rellenar el aneurisma con coils hasta excluirlo de la circulación. Hay características que se deben tener en cuenta al momento de elegir los coils: su forma, tamaño y constitución.

Inicialmente todos los coils tenían una forma helicoidal posteriormente se desarrollaron espirales 2-D (bidimensionales) con un despliegue no uniforme siguiendo diámetros menores distales hacia diámetros mayores proximales. Luego llegaron los coils 3D (tridimensionales) los que están diseñados para no tener un despliegue aleatorio sino por sí mismos conformar una canasta que sirva como soporte dentro del aneurisma con la finalidad de luego ser rellenos con otros coils. Son útiles en AI de contornos definidos y poco útiles en alargados o lobulados, sin embargo, el aporte más grande de estos coils es la estabilidad intra-aneurismática en presencia de un cuello relativamente ancho. Se desarrollaron coils que incluyan las bondades de los 2-D y 3-D, con memoria centrípeta y que a su vez cuenten con las ventajas del helicoidal para obtener una mayor conformabilidad a los contornos caprichosos de la mayoría de los AI y que además conserven la propiedad de los esféricos para establecer un nuevo cuello metálico. Dentro de este grupo podemos destacar a los denominados *coils complejos* y *los de 360°* (Boston Scientific, Natick, MA).

Desde los trabajos iniciales de Guglielmi se creyó que la descarga eléctrica para liberación electrolítica de los coils sería útil para generar trombosis intra-aneurismática (electrotrombosis) y constituir una asociación perfecta entre ocupación de espacio y trombosis inducida.^{21 14, 25, 26} Rápidamente se llegó a la conclusión de que la trombosis era pasajera y que el espacio ocupado por los coils dentro del aneurisma no era completo. Convencidos por la alta tasa de recanalización en ciertas localizaciones, Viñuela y Cols. pensaron que la solución sería recubrir la superficie los coils con materiales que indujeran trombosis intra-aneurismática controlada y duradera. Después de varios años de experimentación se llegó a la conclusión que la sustancia PGLA (ácidos poliglicólico y co-polímero láctico) generarían un proceso inflamatorio intra-

aneurismático de características similares a la formación del ateroma. Así fue como se diseñaron los coils cubiertos (bioactivos) (Matrix, Boston Scientific, Natick, MA) originando nuevas expectativas. Los resultados experimentales y clínicos iniciales fueron altamente alentadores pero a largo plazo se presentaron tasas de recanalización similares a las de los coils descubiertos.^{26, 27} Posteriormente se desarrollaron coils cubiertos con un hidrogel (Hydrocoils, MicroVention, Inc., Aliso Viejo, CA) que reacciona a la presencia de la sangre y aumenta su volumen varias veces más que el diámetro inicial.^{28, 29, 66}

1.3 Embolización con coils asistida con balón

En algunos casos de AI de cuello ancho se llegó a la necesidad de crear sistemas que contuvieran los coils dentro del aneurisma durante su liberación. La técnica de “*remodeling*” (remodelaje) consiste en el hinchado de un microbalón intra-arterial para bloquear temporalmente el cuello del aneurisma, con la finalidad de moldear los coils durante la embolización.³⁰ Esto permite la contención de los coils dentro de los aneurismas de cuello ancho con resultados satisfactorios. Esta técnica requiere de experiencia y es peligrosa. En cuellos muy anchos puede producirse migración de los coils.²⁴ También se han reportado casos de ruptura arterial.³²

1.4 Recanalización y recidiva

Si bien la incidencia de recanalización que termina en resangrado es baja y su diferencia en comparación con la cirugía no ha mostrado ser significativa, los esfuerzos endovasculares deben dirigirse hacia la búsqueda de una oclusión estable y duradera.^{16, 17}, evitando de esta manera: 1) La **recanalización** (aguda o tardía) del saco del aneurisma que resulta de la subyacente inestabilidad de los coils y del trombo intra-aneurismático luego de una embolización inicialmente satisfactoria; 2) **crecimiento progresivo** del aneurisma por una embolización incompleta y 3) **deficiencia mural** peri-aneurismática del vaso portador.²² Las presiones estática y dinámica son las responsables de un elevado número de casos de recanalización, mientras que la fuerza de fricción mural no parece estar implicada. Raymond y cols., en un estudio retrospectivo, encontraron recurrencia significativa en 20.7% de 383 casos en un periodo de seguimiento angiográfico de alrededor de 17 meses.³¹ En la división en grupos, estos autores encontraron 50.6% de recidiva en AI grandes y 21.3% en AI pequeños.³¹ Estos casos correspondieron a AI complejos, difíciles de embolizar. Estos autores describen que en el seguimiento angiográfico medio de 18.2 meses, 19.1% incrementaron el tamaño del residual.³² Murayama y cols.

analizaron la experiencia de la UCLA en la embolización simple con GDC practicada en 818 pacientes entre los años 1990 y 2002.³³ Encontraron recidiva en 30% y del 60% de los AI grandes y gigantes, respectivamente. Estos autores reportan riesgo de ruptura tardía de 1.1%. El International Subarchnoid Aneurysm Trial (ISAT) reporta resangrado de 2 aneurismas en 801 pacientes analizados al año, y en 10 aneurismas en 813 paciente seguidos a largo plazo (media de 9 años, R:6 a 14).^{16, 17} La experiencia con coils Matrix (Boston Scientific, Natick, MA) no ha mostrado diferencias en los índices de recidiva.³⁴ Niimi y cols. reportaron 46 AI tratados con coils Matrix en más del 50% de la masa total de coils, con recurrencia de 54%²⁸ Fiorella y cols. reportaron los resultados de 7 meses de seguimiento de 82 AI tratados con coils Matrix en más del 50% de la masa total de coils, ellos encontraron recidiva de hasta 37%.²⁶ Deshaides y cols. presentaron 67 AI embolizados con Hydrocoil (MicroVention, INC., Aliso Viejo, CA) con seguimiento de un año con un total de recanalización de 15% independiente del tamaño, con una oclusión estable en 70% de los casos.²⁸ A pesar de esto, los resultados preliminares del estudio HydroCoil for Endovascular Aneurysm Occlusion (HEAL) no han mostrado diferencia en la recanalización.³⁵

Tradicionalmente el tamaño (grande/gigantes) y el cuello ancho han sido los principales factores implicados en la recanalización del aneurisma, sin embargo consideramos que la las enfermedades crónico degenerativas, la geometría vascular y el material de embolización deberían ser también considerados como factores decisivos en la recidiva. Los aneurismas gigantes suelen presentar trombos en su interior, lo que condiciona que los coils se impacten en el área trombosada promoviendo la recanalización del aneurisma.³⁸ Los aneurismas de cuello ancho son altamente susceptibles a la recanalización ya que las presiones estática y dinámica con su efecto de “martillo de agua” suelen ser más intensos y responsables de la compactación de los coils.^{27, 36-39} Este efecto se potencia bajo ciertas condiciones como por ejemplo la hipertensión arterial sistémica.¹⁷ Por tanto, existen múltiples factores que deberían ser analizados al momento de predecir el riesgo de recanalización de un aneurisma embolizado con coils.

Se cuenta con varias alternativas que pueden disminuir la tasa de recanalización de los aneurismas; dentro de las estrategias mas frecuentemente usadas se encuentran: un adecuado control de las cifras de presión arterial, empaquetamiento adecuado de la malla de coils, para esto inicialmente se recurrió al uso de los stents como una estrategia para posicionar una barrera mecánica para retener los coils y, de esta manera conseguir un mejor empaquetamiento de los AI, con resultados que hasta la fecha han sido alentadores; también se cuenta con coil

recubierto de material trombogénico, lo cual disminuye la tasa de recanalización al dejar menos espacio vulnerable.

1.5 Embolización asistida con stent

Los stents son buenos retenedores de la malla de coils, haciendo posible un mejor relleno del saco aneurismático.⁵² En una revisión extensa de la literatura se recolectan 21 artículos que suman 449 AIT tratados mediante embolización asistida con stent,³⁶ donde 361 pacientes fueron tratados con stent autoexpandible. 28% de los aneurismas fueron grandes y aproximadamente 7% fueron gigantes. En 7.3% de los casos la liberación del stent no fue exitosa y se alcanzó la oclusión completa inmediata en cerca del 57% de los casos y parcial (casi completa) en 22%. Se recolectaron seguimientos angiográficos en 201 pacientes con un promedio de 6.3 meses con un rango de 1 a 18 meses. Se observó oclusión completa en 69% y un índice de recanalización en 4.3%. Catorce por ciento de aneurismas inicialmente ocluidos de forma incompleta presentaron diversos grados progresivos de oclusión. Solamente 16 pacientes requirieron una nueva embolización con coils. En la extensa serie de Pandey y cols. se utilizaron stents en el 13,8% de los casos como asistencia a la embolización con coils, la mayoría en aneurismas del tronco de la arteria basilar (26.1% de los casos). En el análisis de los 275 pacientes tratados, dichos autores reportan embolización completa en 87.8% (oclusión mayor del 95%), con una recurrencia significativa (mayor a 5% de recanalización) en 15.2%.⁵³ Solamente 1.8% fueron embolizados de forma incompleta (menos de 90% de oclusión de aneurisma) y de ellos la mitad presentó recanalización. Estas recanalizaciones fueron luego tratadas exitosamente mediante nueva embolización con coils. Zenteno y cols. reportan un 88% de oclusión completa a un año en embolización con coils asistida con stent Pharos (Micrus Corp., Sunnyvale, CA).⁵² Lubicz y cols, reportan que de 34 AIT con cuello ancho tratados mediante técnica de embolización con coils asistida con stent (LEO plus, Balt Extrusión, Montmorency, Francia; Enterprise, Cordis Neurovascular, Miami, FL) solamente 27% fueron embolizados de forma completa, sin embargo, luego de un periodo de seguimiento de alrededor de 20 meses se produjo trombosis intra-aneurismática progresiva hasta llegar a la oclusión completa en 79% de los AIT.⁵⁴

1.6 Seguimiento mediante Angiografía y angioresonancia

El control o seguimiento de los aneurismas embolizados, se realiza mediante angiografía y/o angioresonancia, ya que ambos métodos son de gran utilidad para detección de aneurisma residual, compromiso del vaso paterno y formación de aneurismas de novo. La angiotomografía no es un procedimiento adecuado para la evaluación de aneurismas tratados con coils debido a que los artefactos originados por la malla de coils pueden distorsionar la imagen.⁶⁰

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La embolización de los AI mediante la utilización de coils, es una técnica eficaz en el tratamiento de estas lesiones, sin embargo en algunas ocasiones este procedimiento no constituye un tratamiento definitivo ya que existen factores que se vinculan directamente con una mayor tasa de recanalización. La recanalización puede predisponer a un nuevo episodio de sangrado intracraneal. Por lo anteriormente descrito nos hacemos las siguientes interrogantes: ¿Influye la geometría del aneurisma en la tasa de recanalización? ¿Cuáles son los factores que mas se han vinculado con la recanalización de aneurismas embolizados? ¿Cual es el porcentaje de recanalización de los aneurismas embolizados con coils?

HIPÓTESIS:

La localización, forma del aneurisma, enfermedades crónico degenerativas, embolización parcial y el tipo de coils utilizados son factores condicionantes para la recanalización de los aneurismas intracraneales tratados mediante colocación de coils.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Determinar en las angiografías de control el grado de recanalización según la escala de Roy-Raymond de los aneurismas intracraneales tratados mediante colocación de coils.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir el grado de recanalización según la escala de Roy-Raymond de los aneurismas intracraneales tratados mediante colocación de coils en las angiografías de control.
- Determinar cual es el tiempo promedio al cual se realizaron los estudios angiograficos de control de los aneurismas tratados mediante embolización con coils
- Describir cuales son los factores que influyen en la recanalización de los aneurismas
 - 1.- Factores vinculados con la técnica de embolización (material, % de oclusión del aneurisma al final del procedimiento)
 - 2.- Factores vinculados con el aneurisma y con la angioarquitectura del vaso paterno (tamaño, cuello ancho, sitio de impacto del flujo arterial sobre el cuello del aneurisma)
 - 3.- factores vinculados con el paciente como: edad, hipertensión, tabaquismo, diabetes, alcoholismo.

JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el tratamiento mediante vía endovascular de los AI ha presentado un incremento significativo, sin embargo los aneurismas tratados mediante esta vía pueden presentar recanalización, lo cual hace que esta técnica no sea considerada como un tratamiento definitivo cuando se presentan estas circunstancias. En series reportadas previamente el porcentaje de recanalización varía entre un 26.4 a 54% .^{68,70} La recanalización puede llevar a un nuevo episodio de HSA.

Por este motivo queremos analizar cuales son los factores que se vinculan con una mayor tasa de recanalización. Utilizaremos la escala de Roy-Raymond para dicho propósito en nuestra población de estudio.

METODOLOGÍA

DISEÑO:

Estudio retrospectivo, transversal y descriptivo.

POBLACIÓN Y MUESTRA:

Se revisaron todos los expedientes y estudios de angiografía cerebral de control de los pacientes con aneurismas intracraneales tratados mediante embolización con coils en el INNN en el periodo comprendido de marzo del 2007 a febrero del 2011.

TIPO DE MUESTREO UTILIZADO:

No aleatorizado, consecutivo

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Pacientes del INNN que recibieron tratamiento endovascular con coils de aneurisma intracraneal en el INNN en el periodo comprendido de marzo del 2007 a febrero del 2011.
- Sin distinción de genero ni edad

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Pacientes a los que se les trato solo con colocación de stent
- Pacientes sin estudios angiográficos de control

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:

Pacientes que no cuenten con angiografía de seguimiento con un lapso mínimo de 2 meses posteriores a la embolización

VARIABLES:

Variable	Definición Conceptual (C) y Operacional (Op)	Instrumento	Tipo de variable	Codificación
Edad	C: Tiempo transcurrido en años desde el nacimiento Op: cálculo de los años basados en acta de nacimiento	Historia clínica	Continua	Años
Género	C: aspecto masculino o femenino de la persona Op: fenotipo de la persona correspondiente a masculino o femenino	Historia Clínica	Categórica nominal	1: masculino 2: femenino.
Hipertensión arterial	C: Elevación de las cifras tensionales Op: cifras de presión arterial medidas con esfigmomanómetro mayores a 140 mmHg	Historia clínica		1: Positivo 2: Negativo
Diabetes mellitus	C: Aumento en los niveles séricos de glicemia Op: Glucosa sérica tomada en química sanguínea mayores a 126 mg/dL.	Historia clínica		1: Positivo 2: Negativo
Tabaquismo	C: Consumo de tabaco Op:	Historia clínica	Categórica	1: Positivo 2: Negativo
Alcoholismo	C: consumo de alcohol Op:	Historia clínica	Categórica	1: Positivo 2: Negativo
Numero de aneurismas	C: Numero entero positivo correspondiente al total de aneurismas observados. Op: Cuantificación de aneurismas expresada en un numero entero positivo	Imágenes de angiografía cerebral en sistema PACS	Discreta	Números enteros positivos
Localización de aneurismas	C: Ubicación de los aneurismas en el árbol vascular intracraneal . Op: Segmento cavernoso, clinoideo, oftálmico, comunicante posterior , coroideo , A 1, comunicante anterior, A2, A3, M1, M2 , M3 y M4, A. Vertebral, A. Basilar P1 P2, P3 y P4	Imágenes de angiografía en sistema PACS	Discreta	Segmento cavernoso: 1 clinoideo: 2 oftálmico: 3 comunicante posterior: 4 coroideo: 5 A 1: 6 comunicante anterior: 7 A2: 8 A3: 9 M1:10 M2 : 11 M3: 12 M4: 13 A. Vertebral: 14 A. Basilar: 15 P1 : 16 P2: 17 P3:18 P4:19

Tamaño del saco aneurismático	C. Número entero positivo correspondiente a las dimensiones en mm de la distancia domo-cuello del saco aneurismático Op: Dimensiones del aneurisma expresada en un número entero positivo	Imágenes De angiografía cerebral en sistema PACS	Cantínua	Milímetros (mm)
Diámetro del cuello aneurismático	C. Número entero positivo correspondiente a las dimensiones en mm de la distancia de un lado a otro del cuello aneurismático Op: Dimensiones del cuello del aneurisma expresada en un número entero positivo	Imágenes De angiografía cerebral en sistema PACS	Cantínua	Milímetros (mm)
Porcentaje de oclusión inicial	C. Número entero positivo correspondiente a las dimensiones en mm de la distancia de un lado a otro del cuello aneurismático Op: Dimensiones del cuello del aneurisma expresada en un número entero positivo	Imágenes De angiografía cerebral en sistema PACS	Cantínua	Milímetros (mm)

PROCEDIMIENTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Se revisaron los expedientes y angiografías de control realizadas de todos los pacientes del INNN “MVS” que recibieron tratamiento endovascular con coils de aneurismas intracraneales en el periodo comprendido entre marzo 2007 y febrero del 2011

En la revisión de las imágenes angiográficas se determinó: forma, tamaño y localización del aneurisma; además en base a la escala de Roy-Raymond se valorará el grado de oclusión del aneurisma inmediato a la embolización y el grado de oclusión subsecuente. En el expediente clínico se determinó el lapso transcurrido entre la embolización y la realización de los estudios de control. Se registró además la edad, género; antecedente de hipertensión arterial, diabetes, tabaquismo, alcoholismo; tipo y numero de coils utilizados en procedimiento de embolización.

CONSIDERACIONES ÉTICAS:

Esta investigación no tiene implicaciones éticas porque es un estudio de revisión de expedientes, los pacientes no serán identificados. Se apega a las pautas establecidas en la Declaración de Helsinki de 1983. El estudio garantiza los aspectos bioéticos inherentes a los estudios de investigación clínica como son confidencialidad de la información obtenida, sin tener conflicto de intereses y permitiendo el acceso a documentos fuente en caso de ser solicitado por autoridades normativas.

RESULTADOS:

Se revisaron los registros de terapia endovascular en búsqueda de pacientes con aneurismas intracraneales tratados mediante colocación de coils. Se encontraron un total de 121 pacientes con aneurismas intracraneales; de estos se excluyeron 16 pacientes (11 pacientes no se les pudo realizar control angiográfico ya que fallecieron posterior a la embolización y los otros 5 tenían aneurismas fusiforme, los cuales fueron tratados solo con colocación de stent).

El promedio de edad de los pacientes incluidos en el estudio fue de 50.5 años, la distribución por género mostró que el 65.7% fueron mujeres y 34.3 % fueron hombres. La localización mas frecuente de los aneurismas estudiados fue el segmento comunicante posterior 30.5% seguido de la arteria comunicante anterior 19%. En cuanto a los antecedentes encontramos que el tabaquismo se presentó en 41 %, la hipertensión arterial en el 39%, diabetes mellitus en el 16.2%. Gráfico y tabla1

Gráfico 1

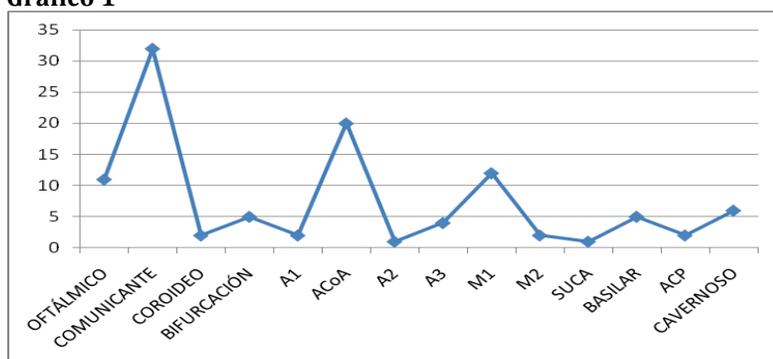


Tabla 1: Datos demográficos y factores de riesgo

Variable	Promedio
Edad	50.5 años
Mujeres	65.7 %
Tabaquismo	41%
Alcoholismo	26.7 %
Hipertensión	39%
Diabetes	16.2%

Roy Raymond	TABAQUISMO N (%)		ALCOHOLISMO N (%)		HIPERTENSIÓN N (%)		DIABETES N (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	27 (24.7)	34 (31.1)	17 (15.5)	44 (40.3)	27 (24.7)	34 (31.1)	8 (7.3)	53 (48.6)
2	17 (15.5)	28 (25.6)	12 (11)	33 (30.2)	13 (11.9)	32 (29.3)	9 (8.2)	36 (33)
3	0 (0)	3 (2.7)	0 (0)	3 (2.7)	2 (1.83)	1 (0.9)	0 (0)	3 (2.7)

El número de coils utilizado varió en un rango muy amplio desde 1 como mínimo y 18 coils como máximo durante un solo procedimiento. En 43 pacientes se utilizó un solo tipo de coils, en 54 pacientes dos tipos de coils y en 8 pacientes 3 tipos distintos de coils. Las tablas 3 y 4 muestran el número de coils utilizados por paciente y las tablas 5, 6 y 7 muestran los tipos de coils utilizados con más frecuencia.

Tabla 3: Número de coils	Primer procedimiento	Segundo procedimiento	Tercer procedimiento
Media	3.99	2.74	3.00
Mínimo	1	1	1
Máximo	18	9	8

Tabla 4: NÚMERO COILS UTILIZADO POR PROCEDIMIENTO	Frecuencia	Porcentaje
1	9	8.6
2	23	21.9
3	22	21.0
4	23	21.9
5	10	9.5
6	5	4.8
7	2	1.9
8	6	5.7
9	1	1.0
11	1	1.0
13	2	1.9
18	1	1.0
Total	105	100.0

Tabla 5: Pacientes en los que se usó solo un tipo de coil		
	Frecuencia	Porcentaje
GDC 360	62	59.0
HIDROCOILS	6	5.7
GDC ULTRASOFT	25	23.8
MATRIX	5	4.8
AXIUM	2	1.9
SPHERICAL	1	1.0
HELIX	2	1.9
MULTILINK Z	1	1.0
COMPASS	1	1.0
Total	105	100.0

En 34 pacientes (32.5%) la colocación de los coils fue asistida con stent. En la tabla 6, se revelan los tipos de stent utilizados.

Tabla 6: TIPO DE STENT		
	Frecuencia	Porcentaje
NEUROFORM	32	30.5
ENTERPRISE	1	1.0
LEKTON	1	1.0
NO	71	67.6
Total	105	100.0

En 9 pacientes (8.6%) tratados con coils, se utilizó un balón durante el procedimiento de embolización (remodeling con balón). Tabla 7.

Tabla 7: ASISTIDO CON BALÓN	Frecuencia	Porcentaje
SI	9	8.6
NO	96	91.4
Total	105	100.0

Los 105 pacientes estudiados, contaban con un primer estudio angiográfico de control, 72 tuvieron un segundo control angiográfico y solo 15 tuvieron un tercer control. El promedio en meses desde la embolización hasta las angiografías de control se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: MESES TRANSCURRIDOS ENTRE EL TRATAMIENTO Y LA ANGIOGRAFÍA DE CONTROL			
	PRIMER	SEGUNDO	TERCER
Realizados	105	72	15
No realizados	0	33	90
Media	8.63	21.74	33.67
Mediana	6.00	17.00	35.00
Moda	0	12	9
Mínimo	2	0	9
Máximo	48	68	79

El grado de recanalización obtenido mediante la escala de Roy-Raymond al final de la embolización en el primero, segundo y tercer control angiográfico se resume en la tabla 9.

Tabla 9: ROY RAYMOND	INICIAL N (%)	PRIMER CONTROL N (%)	SEGUNDO CONTROL N (%)	TERCER CONTROL N (%)
I	50 (47.6)	57 (54.3)	41 (56.9)	7 (46.7)
II	51 (48.69)	45 (42.9)	30 (41.7)	7 (46.7)
III	4 (3.8)	3 (2.9)	1 (1.4)	1 (6.7)
Total	105 (100)	105 (100)	72 (100.0)	15 (100.0)

DISCUSIÓN:

A pesar de que la terapia endovascular ha mostrado ser una técnica segura y eficaz para el tratamiento de las lesiones aneurismáticas intracraneales, existe incertidumbre en la evolución a largo plazo de los aneurismas embolizados mediante la utilización de coils, ya que en algunos casos los aneurismas tienden a recanalizarse de forma muy temprana. Raymond y cols. en un estudio retrospectivo, encontraron recurrencia de 20.7% de 383 casos en un periodo de seguimiento promedio de 17 meses.³¹ Existen circunstancias en las cuales los aneurismas embolizados tienden a presentar una tasa de recanalización acelerada, lo cual incrementa significativamente el riesgo de sangrado.

En el presente estudio analizamos cual fue la tasa de recanalización que presentaron los aneurismas tratados mediante colocación de coils en nuestra institución y además analizamos varios factores que podrían estar vinculados directamente con un incremento en la tasa de recanalización. En nuestro análisis se encontró que durante el primer procedimiento de embolización se logró una obliteración completa del aneurisma en un 48% de los casos (RR I), en 48% persistió cuello aneurismático residual (RR II) y en 4% se mantuvo permeable tanto el cuello como el domo del aneurisma (R/R III). Los controles angiográficos posteriores mostraron que el porcentaje de aneurismas completamente embolizados se incrementó a 54% en los controles angiográficos realizados en los tres primeros meses posteriores a la embolización y a 57% en el control de los 6 meses. Este incremento en el porcentaje de aneurismas ocluidos se debió a una trombosis de los aneurismas parcialmente embolizados RR II, sin embargo los controles a largo plazo (> de 8 meses) mostraron que el porcentaje de aneurismas completamente embolizados disminuyó al 46%; esto último debido a recanalización de aneurismas completamente embolizados, con estos datos concluimos que en primer años de la embolización el 11% de los aneurismas totalmente ocluidos se recanalizan.

Los aneurismas en los cuales no se logró una protección del domo aneurismático (RR III) incrementaron su porcentaje de un 4% inicial hasta un 7% en los controles angiográficos subsecuentes.

También observamos que en los pacientes con hipertensión arterial están estrechamente relacionados con tasas altas de recanalización.

CONCLUSIÓN:

La embolización de los aneurismas intracraneales constituye una buena alternativa para el tratamiento de estas lesiones. Sin embargo existe incertidumbre en cuanto a la evolución a largo plazo de este tipo de tratamiento ya que en ocasiones la embolización no es un tratamiento definitivo principalmente debido a la recanalización. Hay factores claramente definidos, los cuales están asociados a la angioarquitectura y/o a la localización del aneurisma vinculados en el incremento significativo de la tasa de recanalización. Sin embargo nosotros encontramos que el principal factor involucrado en la recanalización de los aneurismas tratados mediante coils, es la embolización parcial. La embolización parcial muy probablemente en nuestro medio es debida al tamaño del aneurisma, ya que en los aneurismas grandes o gigantes es muy difícil poder disponer de todo el material necesario para una oclusión completa del aneurisma por las implicaciones económicas que esto acarrea. También podemos inferir que las lesiones aneurismáticas de difícil acceso son más proclives a la recanalización ya que en pocas ocasiones se logra una oclusión completa del aneurisma debido a las dificultades técnicas que esto conlleva. Además encontramos que la hipertensión arterial y el tabaquismo están ligadas directamente con una mayor tendencia a la recanalización.

ANEXOS:

Procedencia

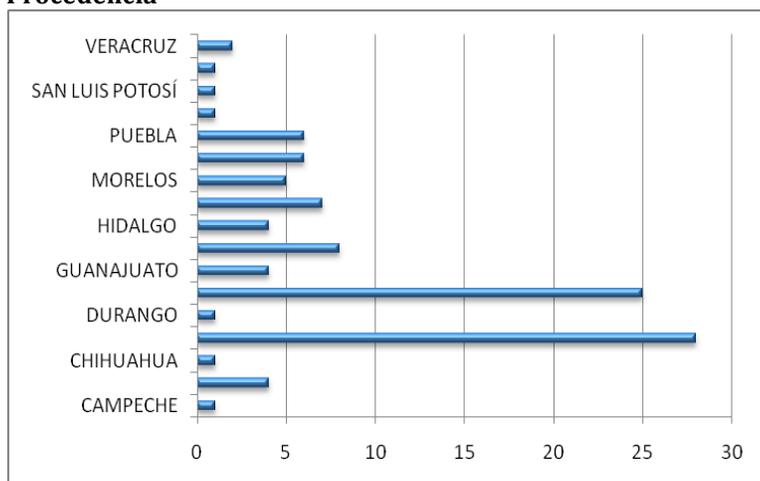


Gráfico 2

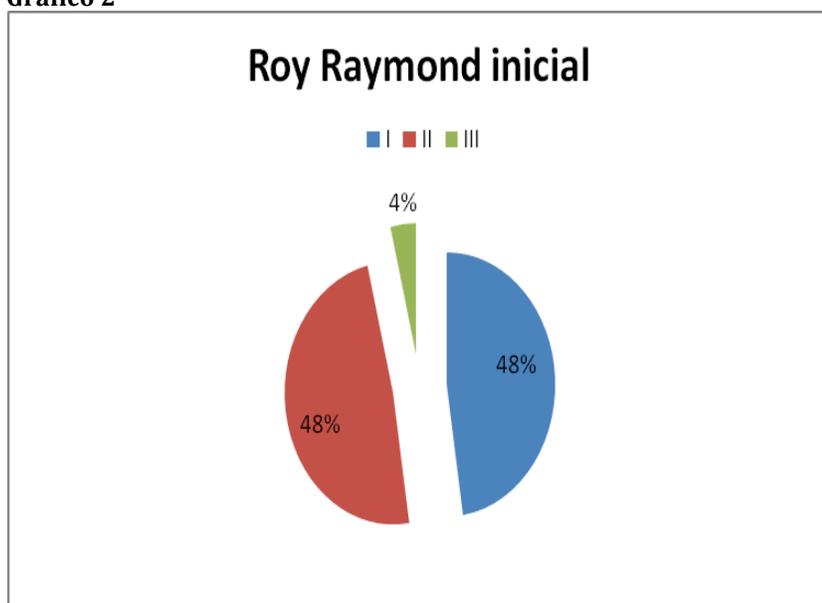


Gráfico 3

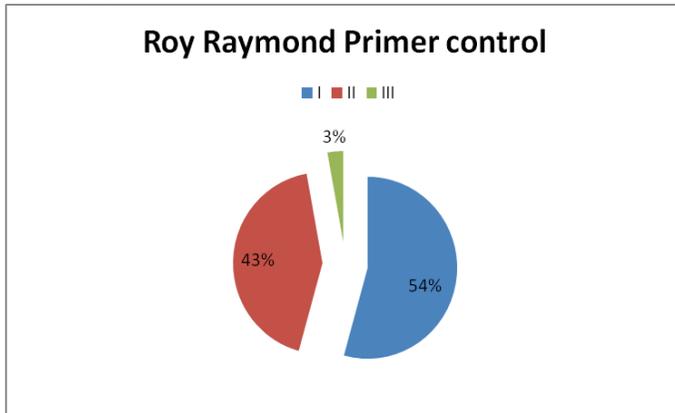


Gráfico 4

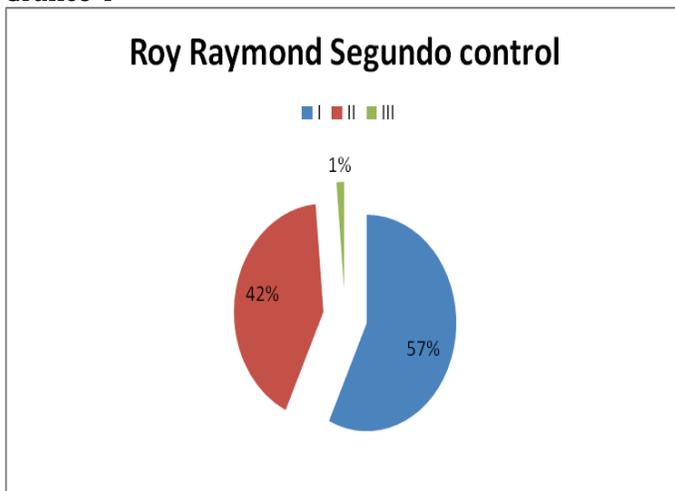
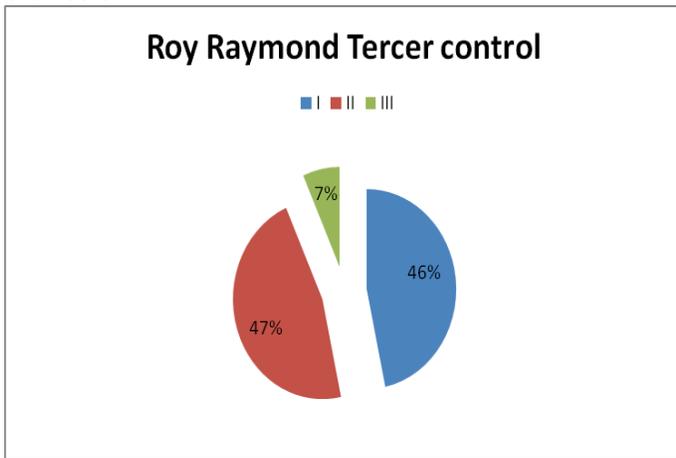


Gráfico 5



BIBLIOGRAFIA

1. Rhoton AL, Jr., Saeki N, Perlmutter D, Zeal A. Microsurgical anatomy of common aneurysm sites. *Clin Neurosurg* 1979;26:248-306.
2. Rhoton ALJ. Aneurysms. *Neurosurgery* 2002;51:S1-121-S1-58.
3. Byrne J-V. Interventional Neuroradiology. In : Theory and practice; 2002.
4. Linn FH, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J. Incidence of subarachnoid hemorrhage: role of region, year, and rate of computed tomography: a meta-analysis. *Stroke* 1996;27:625-9.
5. Linn FHH, Rinkel GJE, Algra A, van Gijn J. Incidence of Subarachnoid Hemorrhage : Role of Region, Year, and Rate of Computed Tomography: A Meta-Analysis. *Stroke* 1996;27:625-9.
6. Stehbens WE. Etiology of intracranial berry aneurysms. *J Neurosurg* 1989;70:823-31.
7. Feigin VL, Rinkel GJ, Lawes CM, et al. Risk factors for subarachnoid hemorrhage: an updated systematic review of epidemiological studies. *Stroke* 2005;36:2773-80.
8. Hop JW, Rinkel GJE, Algra A, van Gijn J. Case-Fatality Rates and Functional Outcome After Subarachnoid Hemorrhage : A Systematic Review. *Stroke* 1997;28:660-4.
9. Vinuela F, Duckwiler G, Mawad M. Guglielmi detachable coil embolization of acute intracranial aneurysm: perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. *J Neurosurg* 1997;86:475-82.
10. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms. *N Engl J Med* 2006;355:928-39.
11. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, 3rd, et al. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 2003;362:103-10.
12. Bederson JB, Connolly ES, Jr., Batjer HH, et al. 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* 2009;40:994-1025.
13. Suarez JI, Tarr RW, Selman WR. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *N Engl J Med* 2006;354:387-96.
14. Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, et al. Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. *J Neurosurg* 1992;77:515-24.
15. Meyers PM, Schumacher HC, Higashida RT, et al. Indications for the performance of intracranial endovascular neurointerventional procedures: a scientific statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, Stroke Council, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Interdisciplinary Council on Peripheral Vascular Disease, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research. *Circulation* 2009;119:2235-49.
16. Molyneux A, Kerr R, Stratton I, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *Lancet* 2002;360:1267-74.

17. Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J, et al. Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up. *Lancet Neurol* 2009;8:427-33.
18. Tateshima S, Murayama Y, Gobin YP, Duckwiler GR, Guglielmi G, Vinuela F. Endovascular treatment of basilar tip aneurysms using Guglielmi detachable coils: anatomic and clinical outcomes in 73 patients from a single institution. *Neurosurgery* 2000;47:1332-9; discussion 9-42.
19. Al-Mefty O. M. Gazi Yasargil: the time in Little Rock. *Neurosurgery* 1999;45:1019-24.
20. Flamm ES. Professor M. Gazi Yasargil: an appreciation by a former apprentice. *Neurosurgery* 1999;45:1015-8.
21. Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. *Journal of Neurosurgery* 1991;75:8-14.
22. Nelson PK, Sahlein D, Shapiro M, et al. Recent steps toward a reconstructive endovascular solution for the orphaned, complex-neck aneurysm. *Neurosurgery* 2006;59:S77-92; discussion S3-13.
23. Spelle L, Piotin M, Mounayer C, Moret J. Saccular intracranial aneurysms: endovascular treatment - devices, techniques and strategies, management of complications, results. *Neuroimaging Clin N Am* 2006;16:413-51, viii.
24. Guglielmi G. The beginning and the evolution of the endovascular treatment of intracranial aneurysms: from the first catheterization of brain arteries to the new stents. *Journal of NeuroInterventional Surgery* 2009;1:53-5.
25. Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, McDougall CG. Usefulness of the Neuroform stent for the treatment of cerebral aneurysms: results at initial (3-6-mo) follow-up. *Neurosurgery* 2005;56:1191-201; discussion 201-2.
26. Fiorella D, Albuquerque FC, McDougall CG. Durability of aneurysm embolization with matrix detachable coils. *Neurosurgery* 2006;58:51-9; discussion -9.
27. Niimi Y, Song J, Madrid M, Berenstein A. Endosaccular treatment of intracranial aneurysms using matrix coils: early experience and midterm follow-up. *Stroke* 2006;37:1028-32.
28. Deshaies EM, Adamo MA, Boulos AS. A prospective single-center analysis of the safety and efficacy of the hydrocoil embolization system for the treatment of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 2007;106:226-33.
29. Gaba RC, Ansari SA, Roy SS, Marden FA, Viana MA, Malisch TW. Embolization of intracranial aneurysms with hydrogel-coated coils versus inert platinum coils: effects on packing density, coil length and quantity, procedure performance, cost, length of hospital stay, and durability of therapy. *Stroke* 2006;37:1443-50.
30. Moret J, Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A. The "Remodelling Technique" in the Treatment of Wide Neck Intracranial Aneurysms. Angiographic Results and Clinical Follow-up in 56 Cases. *Interv Neuroradiol* 1997;3:21-35.

31. Raymond J, Guilbert F, Weill A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils. *Stroke* 2003;34:1398-403.
32. Kole MK, Pelz DM, Kalapos P, Lee DH, Gulka IB, Lownie SP. Endovascular coil embolization of intracranial aneurysms: important factors related to rates and outcomes of incomplete occlusion. *J Neurosurg* 2005;102:607-15.
33. Murayama Y, Nien YL, Duckwiler G, et al. Guglielmi detachable coil embolization of cerebral aneurysms: 11 years' experience. *J Neurosurg* 2003;98:959-66.
34. Kang HS, Han MH, Kwon BJ, et al. Short-term outcome of intracranial aneurysms treated with polyglycolic acid/lactide copolymer-coated coils compared to historical controls treated with bare platinum coils: a single-center experience. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:1921-8.
35. Cloft HJ. HydroCoil for Endovascular Aneurysm Occlusion (HEAL) study: periprocedural results. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:289-92.
36. Gonzalez NR, Duckwiler G, Jahan R, Murayama Y, Vinuela F. Challenges in the endovascular treatment of giant intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 2006;59:S113-24; discussion S3-13.
37. Choi JY, Lee WS, Sung KH. Intradural lumbar disc herniation--is it predictable preoperatively? A report of two cases. *Spine J* 2007;7:111-7.
38. Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al. Endovascular reconstruction with the Neuroform stent as monotherapy for the treatment of uncoilable intradural pseudoaneurysms. *Neurosurgery* 2006;59:291-300; discussion 291-300.
39. Strother CM, Graves VB, Rappe A. Aneurysm hemodynamics: an experimental study. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:1089-95.
40. Dotter CT. Transluminally-placed coilspring endarterial tube grafts. Long-term patency in canine popliteal artery. *Invest Radiol* 1969;4:329-32.
41. Dotter CT, Buschmann RW, McKinney MK, Rosch J. Transluminal expandable nitinol coil stent grafting: preliminary report. *Radiology* 1983;147:259-60.
42. Serruys PW, Strauss BH, Beatt KJ, et al. Angiographic follow-up after placement of a self-expanding coronary-artery stent. *N Engl J Med* 1991;324:13-7.
43. Sterioff S. Etymology of the word "stent". *Mayo Clin Proc* 1997;72:377-9.
44. Sekhon LH, Morgan MK, Sorby W, Grinnell V. Combined endovascular stent implantation and endosaccular coil placement for the treatment of a wide-necked vertebral artery aneurysm: technical case report. *Neurosurgery* 1998;43:380-3; discussion 4.
45. Wells-Roth D, Biondi A, Janardhan V, Chapple K, Gobin YP, Riina HA. Endovascular procedures for treating wide-necked aneurysms. *Neurosurg Focus* 2005;18:E7.
46. Mantha A, Karmonik C, Benndorf G, Strother C, Metcalfe R. Hemodynamics in a cerebral artery before and after the formation of an aneurysm. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:1113-8.

47. Mocco J, Snyder KV, Albuquerque FC, et al. Treatment of intracranial aneurysms with the Enterprise stent: a multicenter registry. *J Neurosurg* 2009;110:35-9.
48. Valdivia y Alvarado M, Ebrahimi N, Benndorf G. Study of conformability of the new leo plus stent to a curved vascular model using flat-panel detector computed tomography (DynaCT). *Neurosurgery* 2009;64:130-4; discussion 4.
49. Zenteno M, Santos-Franco J, Aburto-Murrieta Y, et al. Superior cerebellar artery aneurysms treated using the sole stenting approach. Technical note. *J Neurosurg* 2007;107:860-4.
50. Zenteno M, Santos-Franco J, Rodriguez-Parra V, et al. Management of direct carotid-cavernous sinus fistulas with the use of ethylene-vinyl alcohol (Onyx) only: preliminary results. *J Neurosurg*;112:595-602.
51. Zenteno MA, Santos-Franco JA, Freitas-Modenesi JM, et al. Use of the sole stenting technique for the management of aneurysms in the posterior circulation in a prospective series of 20 patients. *J Neurosurg* 2008;108:1104-18.
52. Zenteno M, Modenesi Freitas JM, Aburto-Murrieta Y, Koppe G, Machado E, Lee A. Balloon-expandable stenting with and without coiling for wide-neck and complex aneurysms. *Surg Neurol* 2006;66:603-10; discussion 10.
53. Pandey AS, Koebbe C, Rosenwasser RH, Veznedaroglu E. Endovascular coil embolization of ruptured and unruptured posterior circulation aneurysms: review of a 10-year experience. *Neurosurgery* 2007;60:626-36; discussion 36-7.
54. Lubicz B, Bandeira A, Bruneau M, Dewindt A, Baleriaux D, De Witte O. Stenting is improving and stabilizing anatomical results of coiled intracranial aneurysms. *Neuroradiology* 2009;51:419-25.
55. Geremia G, Brack T, Brennecke L, Haklin M, Falter R. Occlusion of experimentally created fusiform aneurysms with porous metallic stents. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:739-45.
56. Geremia G, Haklin M, Brennecke L. Embolization of experimentally created aneurysms with intravascular stent devices. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;15:1223-31.
57. Zenteno MA, Murillo-Bonilla LM, Guinto G, et al. Sole stenting bypass for the treatment of vertebral artery aneurysms: technical case report. *Neurosurgery* 2005;57:E208; discussion E.
58. Doerfler A, Wanke I, Egelhof T, Stolke D, Forsting M. Double-stent method: therapeutic alternative for small wide-necked aneurysms. Technical note. *J Neurosurg* 2004;100:150-4.
59. Sadasivan C, Lieber BB, Gounis MJ, Lopes DK, Hopkins LN. Angiographic quantification of contrast medium washout from cerebral aneurysms after stent placement. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002;23:1214-21.
60. Wallace RC, Karis JP, Partovi S, Fiorella D. Noninvasive Imaging of Treated Cerebral Aneurysms, Part II: CT Angiographic Follow-Up of Surgically Clipped Aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:1207-12.
61. Hagmann P, Jonasson L, Maeder P, Thiran JP, Wedeen VJ, Meuli R. Understanding diffusion MR

imaging techniques: from scalar diffusion-weighted imaging to diffusion tensor imaging and beyond. *Radiographics* 2006;26 Suppl 1:S205-23.

62. Oleaga L, Lafuente J. Monografía SERAM. Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética. Primera ed. España: Médica Panamericana; 2007.
63. Schaefer PW, Grant PE, Gonzalez RG. Diffusion-weighted MR imaging of the brain. *Radiology* 2000;217:331-45.
64. Mukherjee P, Berman JI, Chung SW, Hess CP, Henry RG. Diffusion tensor MR imaging and fiber tractography: theoretic underpinnings. *AJNR Am J Neuroradiology* 2008;29:632-41.
65. Fiorella D, Albuquerque F, McDougall C. Durability of aneurysm Embolization With Matrix Detachable Coils. *Neurosurgery* 2006;58: 51-58.
66. Piotin M, Pistocchi S, Bartolini B, Blanc R. Intracranial aneurysm coiling with PGLA-coated coils versus bare platinum coils: long-term anatomic follow-up. *Neuroradiology* 2011,19.
67. Vanessa V, Menghini, Robert D, Brown, Jr., JoRean D, Sicks, M.S., Michael o`Fallon, David O. Wiebers. Clinical manifestations and Survival Rates among Patients with Saccular Intracranial Aneurysm: Population-based Study in Olmsted County, Minnesota, 1965-1995. *Neurosurgery* 2001; 49.
68. Choi DS, Kim MC, Lee SK, Willinsky RA, Terbrugge KG. Clinical and angiographic long-term follow-up of completely coiled intracranial aneurysms using endovascular technique. *J Neurosurg*, 2010 mar; 112 (3):575-81.
69. Bae Ju Kwon, Hyuk Won Chang, Sung Won Youn, Jeong-Eun Kim, M.D., Moon Hee Han. intracranial aneurysm perforation during endosaccular coiling: impact on clinical outcome, initial occlusion, and recanalization rates. *Neurosurgery* 2008; 63:676–683.
70. Michelle J. Smith, Justin Mascitelli, Alejandro Santillan, Sousa B J, A. John Tsiouris, Howard A. Riina, Gobin Bare P. Platinum Versus Matrix Detachable Coils for the Endovascular Treatment Of Intracranial Aneurysm: A Multivariate Logistic Regression Analysis and Review of the Literature. *Neurosurgery Publish Ahead of Print*.10.1227/NEU.0b013e31821a86da
71. Aggour M, Pierot L, Kadziolka K, Gomis P, Graftieaux J-P. Abciximab Treatment Modalities for Thromboembolic Events Related to Aneurysm Coiling. *Neurosurgery* 2010; 67:503–508.