



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina

División de Estudios de Posgrado

Título:

**ANGIOGRAFÍA CON SUSTRACCIÓN DIGITAL
TRANSOPERATORIA EN CIRUGÍA CEREBROVASCULAR**

Tesis para obtener el grado de Especialista en Medicina:

NEUROCIRUGÍA

No de Registro: 202-2017

Presenta:

Dr. GABRIEL EMMANUEL CACHÓN CÁMARA

Tutor:

Dr. Juan Carlos Luján Guerra

Ciudad de México. Agosto de 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dr. Luis Ernesto Gallardo Valencia.
Director. Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”.

Dr. Antonio Maximiliano Zárate Méndez.
Subdirector. Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”.
Profesor Titular.

Dr. Manuel Hernández Salazar.
Profesor Adjunto.

Dra. Aura A. Erazo Valle Solís.
Jefe de Enseñanza e investigación.

Dr. Ricardo Valdéz Orduño.
Jefe de Servicio de Neurocirugía.

Dr. Juan Carlos Luján Guerra.
Asesor de Tesis.

Dr. Gabriel Emmanuel Cachón Cámara
Tesista.

1-AGRADECIMIENTOS.

Al iniciar la carrera de medicina no vislumbramos todos los retos y obstáculos que encontraremos en sus vastos caminos: es en estos caminos sinuosos, demandantes y en ocasiones lóbregos donde encontramos las condiciones para ser profesionales de excelencia. Este trayecto de nuestras vidas no se limita a formarnos como profesionales, hay un crecimiento personal intrínseco: situaciones que nos obligan a conocer aspectos de nosotros desconocidos y jamás imaginados... donde al final los límites y lo que parece imposible se convierte en una nueva oportunidad de descubrir nuestro potencial y lo más importante de todo: aprender.

Y es que aprender es parte de la nuestra naturaleza desde el inicio de nuestra existencia y nuestra historia. He aquí donde podría citar a unos de mis personajes más admirados, el artista Florentino Leonardo Da Vinci que dice: "El placer más noble es el júbilo de comprender"... Ese deseo y placer incoercible de conocimiento nos guía cada día a descubrir nuestro entorno y nuestra naturaleza; que per se, nos resulta tan cotidiana y desconocida a la vez, no deja de apasionarnos, maravillarnos y llevarnos a la constante mejoría y perfeccionamiento.

Al recorrer los caminos de la Medicina descubrí que el camino de las neurociencias, en particular la Neurocirugía, es tal vez, y muchos compartirán mi opinión, un camino tan difícil, misterioso e inexplorado; pero a la vez con una gran capacidad de sorprendernos, una área con gran potencial y la oportunidad de tratar con lo más importante en lo que radica nuestra esencia, conocimiento e historia.

4 NEUROCIRUGÍA

Citando al padre de la medicina Hipócrates en el siglo IV a de C, escribe: “Los hombres deben saber que el cerebro es el responsable exclusivo de las alegrías, placeres, risa y diversión, y la pena, aflicción, desaliento y las lamentaciones...en este sentido soy de la opinión de que esta víscera ejerce en el ser humano el mayor poder”... Conocer a este órgano con toda su complejidad me ha maravillado pero también me ha dado una lección de humildad, de conocer su fragilidad y capacidad, de poder ayudar a otros a restablecer su bienestar y su integridad, o cuando esto ya no es posible, ofrecer consuelo.

Hoy al concluir este camino refrendo mi respeto por el cerebro, el cuerpo y ser humano, agradezco la oportunidad que se me dio de poder cursar estos privilegiados caminos... seguiré avanzando con el compromiso de seguir aprendiendo y compartiendo siempre los conocimientos alcanzados.

Han pasado muchos años y caminos recorridos con subidas y bajadas, pero también fue que en estos caminos encontré muchísimas alegrías, buenos amigos, pacientes que me dejaron tanto aprendizaje, paz, armonía, gratitud, respeto por mi entorno, vocación y propósito...Se dice que: “una meta es un faro”...” Quien tiene una meta clara jamás será alcanzado por la noche de la indecisión”... hoy, al ver atrás, me enorgullezco de ese joven de hace 13 años con miedos, inseguridades y defectos que tomo la decisión de cursar por este camino que hoy llega a su fin; alcanzando la meta añorada, con la enorme satisfacción y privilegio de llegar... solo superado por la satisfacción y disfrute de cruzar ese camino.

No es fácil llegar, se necesita ahínco, lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que he recibido durante este tiempo. Ahora más que nunca se acredita mi cariño, admiración y respeto. Gracias por lo que hemos logrado.

A mis queridos padres: Gabriel y Landy, mis hermanos: Priscila y Uriel: sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo. Con cariño y admiración a toda mi familia.

Muchas gracias a mis maestros, mentores, compañeros médicos del hospital, al excelente personal de enfermería, a todos mis amigos y compañeros de la especialidad que han hecho que sea el mejor hospital donde uno puede estar. Gracias a todos.

Por último, y no menos importante, a mis pacientes, esas personas que muchas veces inconscientemente o conscientemente contribuyeron a este logro, a esa fuerza motora que me cuida y que me dio vida, a todos ellos les dedico lo que soy y lo que haré, porque los caminos seguirán pero el recuerdo y gratitud de lo que son permanecerán siempre.

CONTENIDO.

1.Agradecimientos.....	3
2.Introducción.....	8
3.Abreviaturas.....	10
4.Antecedentes.....	11
5.Planteamiento del Problema.....	42
6.Justificación.....	43
7.Hipótesis.....	44
8.Objetivos.....	45
Objetivos Generales.....	45
Objetivos Específicos.....	45
9.Diseño.....	46
10.Definición de las unidades de observación.....	46
11.Población.....	46
12.Tiempo de Ejecución.....	46
13.Criterios de Inclusión.....	46
14.Criterios de Exclusión.....	46
15.Criterios de eliminación.....	46
16.Tipo de Muestreo.....	47
17.Tamaño de la Muestra.....	47
18.Variables.....	47
Variables Independientes.....	47
Variables Dependientes.....	48

Covariables.....	48
19.Material y Métodos.....	49
20.Evaluación y Mediciones.....	50
21.Análisis Estadístico.....	50
22.Escalas utilizadas.....	50
23.Resultados.....	53
24.Discusión.....	62
25.Conclusiones.....	66
26.Bibliografía.....	67

2-INTRODUCCIÓN

Los aneurismas y malformaciones arterio-venosas cerebrales son patologías neurológicas con elevada mortalidad y morbilidad. la tendencia estandarizada en muchos países es la exclusión de la circulación del anterior. El tratamiento estándar de oro de estas enfermedades neurológicas es la resección quirúrgica, la cual no es 100% efectiva por el hecho de existir lesiones o circunstancias transoperatorias que impiden la resección completa de la patología cerebrovascular.

La angiografía cerebral con sustracción digital (DSA) con disparos selectivos a las arterias intracraneales, es considerada como estándar de oro diagnóstica para la identificación de aneurismas cerebrales y malformaciones arterio-venosas. Esta técnica diagnóstica es capaz de identificar lo siguiente:³

1. El vaso de origen del aneurisma.
2. El tamaño, forma, relaciones con el vaso de origen y arterias adyacentes.
3. La presencia y localización de vasoespasmo.
4. El efecto de masa que ejerce el aneurisma sobre vasos adyacentes y su desplazamiento.
5. La presencia de otros aneurismas o anormalidades vasculares.

Se ha agregado recientemente a este estudio la proyección en tercera dimensión de las reconstrucciones (3D-DSA), que con la rotación virtual de las imágenes en cualquier dirección, permite la evaluación específica de las características anatómicas de los aneurismas, incluyendo el cuello y las relaciones del aneurisma con la arteria de origen y ramas vasculares.⁶

La meta de la cirugía cerebrovascular es la completa obliteración del aneurisma o resección de la malformación arteriovenosa, sin embargo, el llenado residual del aneurisma, la estenosis del vaso principal y la rotura del aneurisma forman parte de los riesgos y complicaciones postoperatorias, informándose en la literatura médica una mortalidad y morbilidad postoperatoria cercana al 50%.³⁰

Diversos estudios han utilizado Angiografía Cerebral con sustracción Digital transoperatoria, identificando una incidencia de patología cerebrovascular residual entre 2 y 5%, corrigiendo estas lesiones durante el mismo procedimiento quirúrgico, disminuyendo así la morbilidad y mortalidad asociada a lesiones residuales.²⁹⁻³⁵

En el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre del ISSSTE se ha utilizado Angiografía Cerebral con sustracción Digital durante el procedimiento quirúrgico, pero a la fecha no se ha hecho un análisis de resultados que permita identificar la utilidad de esta modalidad diagnóstica en procedimientos de cirugía cerebrovascular realizados en la institución.

3-ABREVIATURAS

3D-DSA: Angiografía Tridimensional con Sustracción Digital por sus siglas en Ingles

RR: riesgo relativo

MMPs: Metaloproteinasas

AcoA: Arteria comunicante anterior

ACM: Arteria cerebral media

ACA: Arteria cerebral anterior

ACP: Arteria cerebral posterior

BA: Arteria basilar

AICA: Arteria cerebelosa anteroinferior

SUCA: Arteria cerebelosa superior

PICA: Arteria cerebelosa posteroinferior

MAV: Malformación arteriovenosa

ARUBA: A randomized trial of unruptured arteriovenous malformations.

DSA: Angiografía con sustracción digital

CTA: Angiotomografía

MRA: Angiorresonancia magnética

4-ANTECEDENTES

EPIDEMIOLOGÍA DE PATOLOGÍA CEREBROVASCULAR Y ANEURISMÁTICA.

La prevalencia internacional de los aneurismas cerebrales depende de los métodos de detección utilizados, de la adecuada técnica para su aplicación y de la edad de los pacientes a investigar. Estudios retrospectivos de necropsias reportan una incidencia de 0.4% pero aumenta hasta un 3.6% cuando se realiza la búsqueda en estudios prospectivos; Estudios realizados con angiografías cerebrales detectan aneurismas incidentales con cifras que oscilan de un 3.7-6% de los pacientes. Existe una prevalencia en la población general con rangos de entre 0.2% a 9.9%. Para adultos sin factores de riesgo, la prevalencia es de 2 a 3%, aunque se ha logrado estimar hasta del 5%^{1,2,3,4}.

Son poco frecuentes en pacientes menores de 20 años de edad y muy raros en la población pediátrica representando el 2%; hay un pico máximo a la edad de entre 60 y 80 años. El género femenino aumenta la probabilidad de aneurismas incidentales (Riesgo Relativo, RR, de 1.3), así como lo hace la presencia de aterosclerosis. Una historia familiar de dos o más familiares de primer grado afectados o historia de enfermedad poliquística renal aumenta el RR a 4. Pacientes que ya se han sometido a cirugía por un aneurisma roto tienen mayor tendencia de formar otro. El índice de aneurismas rotos versus aneurismas no rotos (incidentales) es de 5:3 a 5:6 (estimación aproximada es de 1:1, es decir, el 50% de éstos aneurismas se rompen)^{1,4}

12 NEUROCIRUGÍA

La etiología exacta no se conoce. Muchas líneas de evidencia implican factores adquiridos como el tabaquismo o la hipertensión, otras, apoyan la teoría de factores genéticos. Las dos líneas de evidencia más fuertes que apoyan la teoría de origen genético son, la asociación de aneurismas intracraneales con desordenes hereditarios de tejido conectivo y la presencia de aneurismas intracraneales en familias⁵.

Se han identificado diferentes factores etiológicos en su patogenia, los cuales puede ser:

1. Congénita: Por defecto en la capa muscular de la pared del vaso.
2. Aterosclerótica o hipertensiva: Es el origen más probable de los aneurismas saculares, y tiene una probable interacción con el origen congénito de las lesiones.
3. Embólica: Como en el caso del myxoma atrial.
4. Infecciosa: Llamados aneurismas micóticos.
5. Traumática.
6. Asociados a otras condiciones.

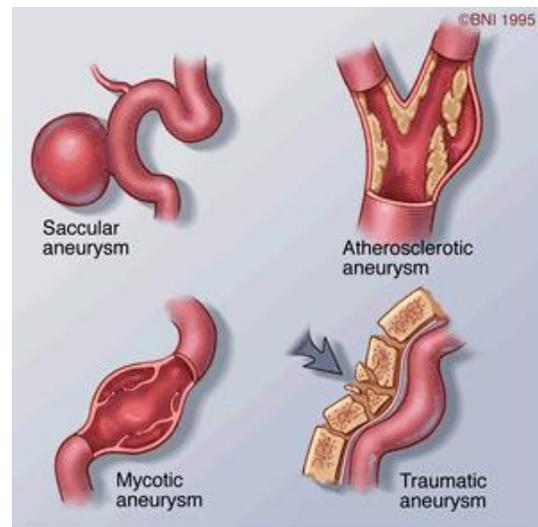
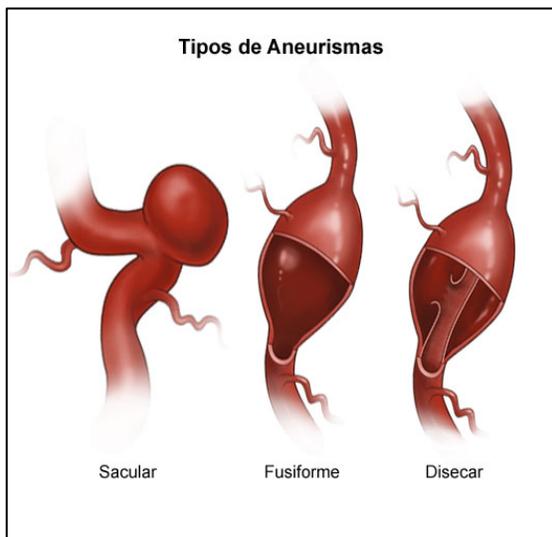


Fig. 1. Tipos de aneurismas cerebrales. Tomado de www.uchospitals.edu/online-library/content

La fisiopatogenia exacta del desarrollo de los aneurismas no se conoce. Originalmente se atribuía a defectos del desarrollo de la túnica media, debido a que a diferencia con los vasos sanguíneos extracraneales son menos elásticos en la túnica media y adventicia. Estas características junto con el hecho de que los vasos sanguíneos cerebrales corren dentro del plano subaracnoideo con poco soporte de tejido conectivo pueden predisponer al desarrollo de aneurismas. Sin embargo, los defectos en la túnica media ocurren frecuentemente en vasos extra craneales, y en éstos, los aneurismas saculares son raros.

Los aneurismas suelen desarrollarse en áreas donde la arteria principal forma una curva o en sitios de bifurcación, en el ángulo entre ésta y la emergencia de una rama arterial, y apuntan en la dirección donde la rama principal debería continuar⁴.

Actualmente se cree que la patogénesis de la formación de los aneurismas intracraneales es multifactorial, donde los factores adquiridos se combinan con la susceptibilidad genética subyacente. La disrupción de la lámina elástica interna se considera el factor más relevante. Aquellos factores que contribuyen a la formación de aterosclerosis en las paredes de los vasos, como el tabaquismo o la hipertensión, pueden producir un engrosamiento local en regiones elásticas dentro de la íntima, es decir, almohadillas en la capa íntima, lo que lleva a un aumento de tensión en las partes adyacentes de la pared del vaso. Los cambios degenerativos ocurren de manera predominante en los sitios de mayor estrés hemodinámico (bifurcación de un vaso), particularmente donde las alteraciones desarrolladas alteran los patrones del flujo. Por ejemplo, la presencia de una ACA hipoplásica en un lado, puede acompañarse de la formación de un aneurisma en el sitio de mayor flujo a la entrada de la

ACA (segmento A1) dominante del lado opuesto. Los procesos inflamatorios similares a los observados en las placas de aterosclerosis (no en sí mismos necesarios para la formación de aneurismas) se encuentran en la pared de los vasos, éstos a su vez liberan metaloproteinasas (MMPs) y otras enzimas proteolíticas y pueden jugar un papel importante en la patogenia. La matriz extracelular proporciona fuerza y elasticidad a las arterias intracraneales, se compone de fibras de colágeno y elastina entremezcladas con glucoproteínas y proteoglicanos. Normalmente existe un balance entre la degradación por proteasas (ej. MMPs y elastasa) y la síntesis por inhibidores de proteasas (ej. Inhibidores de MMP, anti-tripsina), factores de crecimiento y citoquinas. La sobre o la poca expresión de éstas proteínas puede alterar éste balance y resultar en un remodelamiento o alteración de la matriz extracelular. Existen estudios genómicos donde se han identificado alteraciones genéticas para la formación de aneurismas intracraneales, como la codificación de genes para proteínas estructurales de la matriz extracelular, incluyendo elastina y colágeno tipo 1A2. Esto puede explicar como los factores genéticos pueden aumentar la tendencia hacia la formación de aneurismas¹.

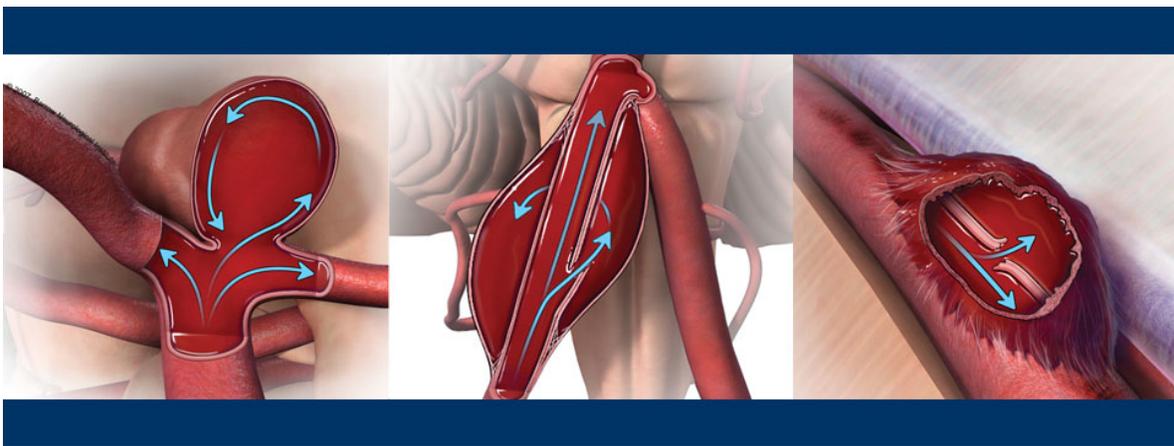


Fig. 2. Tipos de aneurismas cerebrales y flujos intraneurismales. Tomado de <https://www.barrowneuro.org>

Los aneurismas saculares frecuentemente se localizan en arterias cerebrales mayores, en el ápex de los puntos de ramificación donde es el sitio de mayor estrés hemodinámico de los vasos. La mayoría se presentan en la Arteria Cerebral Anterior (ACA) (35%), seguidos de Arteria Carótida Interna (ACI) (30%), y en la Arteria Cerebral Media (ACM) (25%). Sólo el 10% de los aneurismas saculares se localizan en la circulación posterior, cifras que pueden variar según diferentes series. Se pueden presentar aneurismas periféricos, que suelen asociarse con infecciones (aneurismas micóticos) o trauma. Los aneurismas fusiformes son más frecuentes en el sistema vertebrobasilar¹

Localización de los aneurismas saculares:

- 85-95% en el sistema carotideo, con las siguientes tres localizaciones más frecuentes:
 - Arteria Comunicante Anterior (ACoA) (localización más frecuente): 30% (ACoA y Arteria Cerebral Anterior (ACA) son más frecuentes en hombres).
 - Arteria Comunicante Posterior (ACoP o p-comm): 25%
 - Arteria Cerebral Media (ACM): 20%

- 5-15% se presentan en circulación posterior (sistema vertebro-basilar)
 - Aproximadamente 10% en la arteria basilar (BA): En la bifurcación, también conocida como el tope de la basilar, es el sitio más frecuente, seguido del sitio de la emergencia BA-Arteria Cerebelosa Superior (SUCA), unión BA- vertebral (VA) y Arteria Cerebelosa Anteroinferior (AICA)

- Aproximadamente 5% se presentan en la arteria vertebral: El sitio más frecuente es la unión VA-Arteria Cerebelosa Posteroinferior (PICA)

➤ 20-30% se presentan con aneurismas múltiples

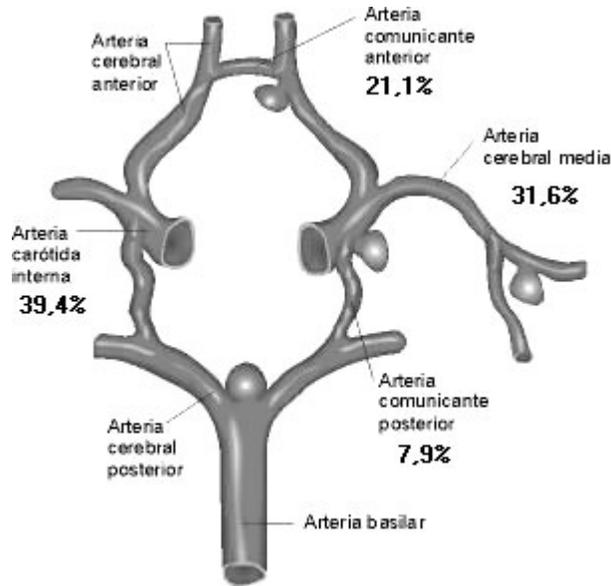


Fig. 3. Sitios de localización de aneurismas cerebrales. Tomado de <http://www.scielo.cl/scielo.php>

ESTUDIOS NEURODIAGNÓSTICOS

Una revisión cuidadosa de estudios de imagen que incluyen tomografía de cráneo (TAC), imágenes por resonancia magnética (IRM), angiotomografía de cráneo (Angiotac), angi resonancia magnética (Angio resonancia) y la Angiografía cerebral permite una adecuada planeación y entendimiento de la anatomía. A menudo, una combinación de los diferentes estudios es necesaria, particularmente en aneurismas complejos, y esto permite:

- a. Una correcta selección de tratamiento, ya sea quirúrgico o endovascular,
- b. Selección del

abordaje quirúrgico, c. Preparación para técnicas quirúrgicas asociadas (referencia carotídea), d. Comprender o identificar complicaciones, como evitarlas y tratarlas. Los estudios preoperatorios, en particular, la angiografía cerebral con sustracción digital (DSA) o la angiotomografía de cráneo pueden ayudar a planear la cirugía por medio de un abordaje virtual proporcionando una vista operatoria en tercera dimensión⁶.

TOMOGRAFÍA DE CRÁNEO

Estudio de imagen diagnóstico de preferencia cuando se sospecha de una HSA, confirmando el diagnóstico en un estudio simple en la mayoría de los casos. También puede mostrar información importante de la complejidad del aneurisma como trombosis o calcificaciones dentro de la lesión, así como las relaciones del aneurisma con las estructuras de la base del cráneo⁶.

ANGIOGRAFÍA POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA

Las tomografías multicorte permiten la adquisición simultánea de hasta 64 cortes, que con la obtención simultánea de múltiples cortes el resultado es una importante disminución en el tiempo de escaneo. La mayor ventaja es un mayor rango de escaneo, en menor tiempo y con una mayor resolución en dos ejes. La alta velocidad en el escaneo de la TAC helicoidal multicorte permite cortes más finos que los que se logran con la TAC convencional. Como resultado, se pueden obtener datos volumétricos con una resolución superior. Los datos obtenidos pueden reformatearse para proporcionar las imágenes angiográficas 3D. Actualmente ya se usa como rutina por muchos médicos. La reconstrucción en 3D muestra la apariencia del aneurisma y la anatomía vascular, la morfología (que puede guiar la

decisión para el manejo quirúrgico o endovascular). Es útil cuando pacientes con hemorragia intracraneal son evaluados y presentan un deterioro neurológico rápido eliminando la necesidad de la angiografía. Puede complementar el estudio angiográfico identificando la luz del aneurisma, la presencia de trombosis, detalles anatómicos del cuello de la lesión, relaciones vasculares y óseas, e incluso, muestra una mejor perspectiva del aneurisma en relación con el abordaje quirúrgico^{3,6}.

La sensibilidad va de una 53% para aneurismas de 2 mm a 95% para aneurismas de 7 mm. La especificidad global fue de 98.9% pero fueron estudios heterogéneos. Un meta-análisis comparando la angiotomografía con la angiografía con sustracción digital en el diagnóstico de los aneurismas cerebrales mostró que la angiotac tenía una sensibilidad global de 93.3% y una especificidad de 87.8%³.

Las ventajas de la angiotomografía sobre la angiografía con sustracción digital son las siguientes:

1. Estudio más rápido y menos costoso.
2. Proporciona mayor información sobre la anatomía (estructuras óseas relacionadas, la presencia de calcio o placas de ateromas).
3. Puede utilizarse para planeación del abordaje quirúrgico, así como también determina previamente cuales aneurismas son susceptibles de tratamiento endovascular con coils.
4. No expone a los pacientes a riesgo de EVC y presenta molestias insignificantes.

Desventajas de la angiotomografía:

1. Menos sensibilidad y especificidad que la angiografía cerebral con sustracción digital para el diagnóstico de aneurismas cerebrales.

2. Es difícil identificar aneurismas de la base del cráneo como aquellos clinoides o del segmento cavernoso de la arteria carótida interna debido a la proximidad de la lesión vascular con estructuras óseas.
3. Requiere de una adecuada aplicación y sincronización del medio de contraste, y las venas que presentan realce se pueden interponer en la reconstrucción dificultando la interpretación de la anatomía del árbol arterial.
4. Puede ser inadecuada en pacientes con falla ventricular izquierda debido a un insuficiente realce de la vasculatura intracraneal.
5. Está sujeta a artefactos de movimiento.
6. No proporciona información acerca del flujo en todas las fases durante el tránsito del medio de contraste en los vasos cerebrales.
7. No se ha validado para detectar vasoespasmo u otras limitaciones del flujo con la calidad que la angiografía cerebral.

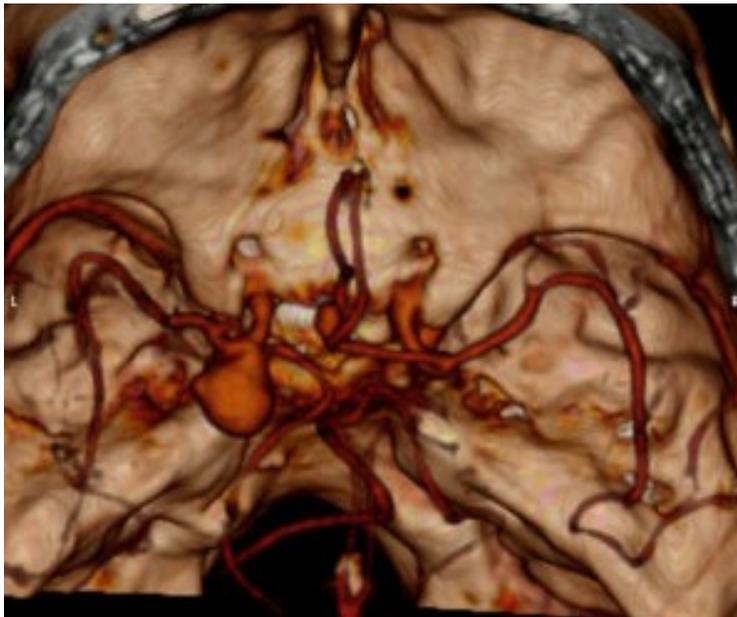


Fig. 4. Imagen de angiotomografía de cráneo donde se observa en la reconstrucción tridimensional una lesión aneurismática de tipo sacular de la arteria carótida interna izquierda.

Actualmente la mayoría de los centros cerebro-vasculares aún utilizan la angiografía cerebral con sustracción digital para planear el tratamiento quirúrgico de los aneurismas. Sin embargo, su uso va a disminuir a medida que la tecnología de la TAC y la RMN mejore. Las intervenciones endovasculares, que aún dependen de la tecnología fluoroscópica permanecen muy ligadas a la DSA³.

ANGIOGRAFÍA POR RESONANCIA MAGNÉTICA

De gran utilidad en el diagnóstico, seguimiento y en algunos casos en la planeación quirúrgica gracias a la mejoría en la calidad y resolución de este estudio no invasivo de imagen. Ayuda para la evaluación de los aneurismas con tejidos blandos (nervio óptico). Se pueden detectar aneurismas < 2 mm de diámetro y vasos < 1 mm. Aneurismas >6 mm de diámetro se han detectado con un 100% de sensibilidad, misma que disminuye a 87.5%, 68.2%, 60% y 55.6% para aneurismas de 5, 4, 3 y 2 mm respectivamente. Las reconstrucciones en 3D son valiosas para la evaluación anatómica, siendo superior con medio de contraste. Mejora la imagen de la morfología y relaciones con ramas vasculares de los aneurismas con el uso de resonadores de 3 y 7 Teslas. Con la RMN no se expone al paciente a un riesgo de radiación, siendo útil en aquellos pacientes que requerirán múltiples estudios durante su seguimiento^{3,6}.

ANGIOGRAFÍA CEREBRAL

La angiografía cerebral con sustracción digital (DSA) con disparos selectivos a las arterias intracraneales se considera el “gold standard” para la identificación de aneurismas

cerebrales. Sin embargo, no se considera un estudio diagnóstico de rutina ya que es invasivo, con riesgo de provocar EVC de 0.07 a 0.5% y requiere de 2 a 6 horas de permanencia hospitalaria posterior a la realización del estudio. Se requiere la evaluación de 5 puntos³.

1. El vaso de origen del aneurisma.
2. El tamaño, forma, y relaciones con el vaso de origen y arterias adyacentes.
3. La presencia y localización de vasoespasma.
4. El efecto de masa que ejerce el aneurisma sobre vasos adyacentes y su desplazamiento.
5. La presencia de otros aneurismas o anomalías vasculares.

Se ha agregado recientemente a este estudio la proyección en tercera dimensión de las reconstrucciones (3D-DSA). Ésta tecnología permite la rotación virtual de las imágenes en cualquier dirección, permitiendo la evaluación específica de las características anatómicas de los aneurismas, incluyendo el cuello y las relaciones del aneurisma con la arteria de origen y ramas vasculares. Este estudio revela únicamente vasos permeables o la luz de los vasos o el aneurisma, calcificaciones o trombos intraluminales no se observan, es aquí donde se complementa el estudio con TAC o RMN^{3,6}.



Fig. 4. . Imagen de angiografía cerebral donde se identifica aneurisma sacular grande de ACM

MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS

Una malformación arteriovenosa cerebral consta básicamente de ramas arteriales o aferentes, nido y venas de drenaje. Desde un punto de vista anatomopatológico, el nido de la malformación arteriovenosa cerebral se distingue por la presencia de vasos anormalmente conglomerados con paredes irregulares, escleróticas, sin tejido cerebral entre sí ni una red capilar normal. Los vasos aferentes se conectan directamente a las venas de drenaje, lo que las hace lesiones de alto flujo angiográfico⁹ El endotelio vascular y la capa media muscular se engrosan de manera variable, lo que produce la “arterialización” de las venas de drenaje, las cuales pueden volverse ectásicas al ser obligadas a aumentar progresivamente su calibre con el fin de drenar toda la sangre que llega a una malformación arteriovenosa cerebral¹⁰.

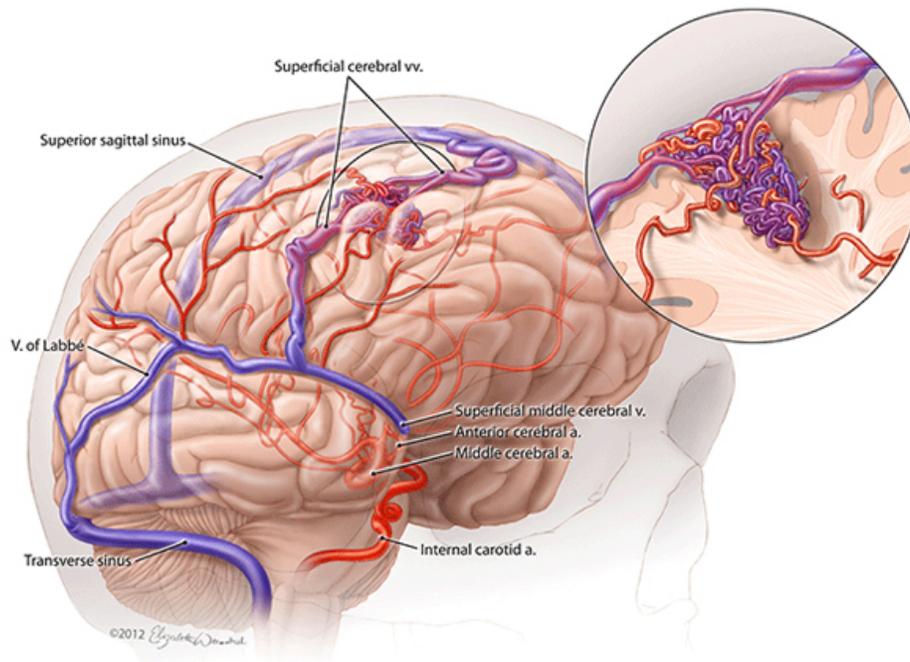


Fig. 5. Malformación arteriovenosa frontoparietal derecha. Tomado de <http://www.etnar.com.ar/malformaciones-arteriovenosas>

Miyasaka y col. sugirieron que a mayor capacidad de las venas de drenaje, menor es la posibilidad de rotura de una malformación arteriovenosa cerebral. Las malformaciones arteriovenosas cerebrales tienden a localizarse en zonas de circulación limítrofe con aferencias provenientes de ramas distales de las arterias cerebrales o cerebelosas y se distribuyen por igual en los hemisferios derecho e izquierdo ^{11,12}. Aproximadamente 90% de las malformaciones arteriovenosas cerebrales son supratentoriales, 10% infratentoriales, y en general 15% son profundas: ganglios basales, tálamo, tallo cerebral o interventriculares. Las malformaciones arteriovenosas múltiples son raras, y al parecer pueden encontrarse diferentes tipos en un mismo paciente ¹³⁻¹⁵. A diferencia de lo que ocurre con las malformaciones de la vena de Galeno, no se ha reportado la detección de una

malformación arteriovenosa cerebral in útero ¹⁰⁻¹⁶.

En 1918, Streeter dividió el desarrollo de los vasos cerebrales en cinco etapas, y en 1966 McCormick propuso que la génesis de una malformación arteriovenosa cerebral se debe a la falta de diferenciación de los cordones primitivos vasculares hacia una red capilar ^{11,17}.

Existen muchas hipótesis moleculares para esclarecer los factores que inducen la aparición de una malformación arteriovenosa cerebral, entre ellas, las mutaciones que afectan la expresión de receptores de factores angiogénéticos, como el receptor Tie-2, el factor de crecimiento endotelial, el factor de crecimiento fibroblástico-2 y ciertas alteraciones en la secreción de proteínas como la óxido nítrico sintetasa. Cualquiera que sea el evento molecular que desencadena la formación de una malformación arteriovenosa cerebral, el alto flujo progresivo de estas lesiones produce muchos de los hallazgos clínicos y angiográficos observados al momento del diagnóstico ^{18,19}.

Su prevalencia es de 15-18 por 100 000 adultos. En alrededor del 0,05% de la población son hallazgos incidentales en las imágenes de la resonancia magnética cerebral. Su tasa de detección global es de 1 por 100000 adultos por año ²⁰.

Por lo general, las malformaciones arteriovenosas cerebrales se vuelven sintomáticas entre la segunda y la cuarta décadas de la vida, aunque no son raras como manifestación de ictus hemorrágico en la niñez.

La forma de presentación más frecuente es la hemorragia cerebral, que representa el 1-2% de los ictus, con un 18% de mortalidad. El 5% de las epilepsias focales sintomáticas se relaciona con una MAV.

La probabilidad de resangrado es particularmente alta en el primer y el segundo años;

dependiendo de la edad del paciente, varía de 5.8 a 53%, posteriormente disminuye hasta estabilizarse en 2 a 4% anual. En un estudio, Hartmann y col. reportaron que sólo 3% de los pacientes sufrieron un severo daño neurológico después del primer episodio de sangrado de una malformación arteriovenosa cerebral²².

Aproximadamente la mitad de los pacientes con MAV cerebrales consultan con hemorragia intracraneal. La escala Spetzler-Martin Grade (SMG) se emplea frecuentemente para clasificar estas malformaciones. Su puntaje está compuesto por:

- a) El tamaño del nido (<3 cm, 3-6 cm, >6 cm; 1-3 puntos)
- b) La elocuencia del cerebro contiguo a la MAV (1 punto si la MAV está en el tronco encefálico, el tálamo, el hipotálamo, los pedúnculos cerebelosos, o en la corteza sensitivomotora o si se relaciona con el lenguaje o la vista)
- c) La presencia de drenaje venoso profundo (1 punto si parte o todo el drenaje es a través de venas profundas, como las venas cerebrales internas, las venas basilares o las venas precentrales del cerebelo)²¹.

El riesgo de hemorragia ulterior aumenta cuando la MAV cerebral se manifiesta con hemorragia o drenaje venoso profundo, cuando se asocia con aneurismas o cuando su ubicación es profunda. Debido a que las MAV cerebrales con ruptura tienen presuntamente mayor riesgo de hemorragia (4,5%-34%) que las que no han sufrido ruptura (0.9%-8%), es aconsejable el tratamiento intervencionista de las MAV que presentan ruptura, a pesar de que no hay evidencia de estudios aleatorizados controlados de que los beneficios superen a los riesgos²¹.

Actualmente hay tres modalidades terapéuticas para el tratamiento de una MAV (cirugía, radiocirugía y embolización), que se utilizan solas o en combinación.

El ARUBA es un estudio metacéntrico, prospectivo, con asignación al azar y controlado en el que participan 104 centros hospitalarios de Estados Unidos y Europa, está diseñado para concluir al completar la inclusión de 800 pacientes. Su objetivo primario es determinar si el tratamiento médico mejora el pronóstico a largo plazo de los pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales no rotas en comparación con los pacientes tratados con terapia endovascular, microneurocirugía, radioterapia o cualquiera de sus combinaciones. Se concluye que el tratamiento médico es superior al tratamiento intervencionista (radiocirugía, embolización y cirugía) para prevenir la muerte o un ictus en pacientes con MAV no rotas²³.

Los autores del ARUBA decidieron que no era necesario realizar una angiografía cerebral diagnóstica para incluir a los pacientes con malformación arteriovenosa cerebral no rota. Este punto es discutible, ya que a pesar de los grandes avances que han ocurrido en los estudios de angiotomografía y angiorresonancia, se requiere efectuar la angiografía para corroborar con precisión la dinámica de la malformación arteriovenosa cerebral y la velocidad de drenaje del nido a través de sus eferencias, además de que es altamente sensible para detectar aneurismas concomitantes²³.

En el ARUBA se compararán los costos de ambos grupos de tratamiento, y lógicamente el tratamiento médico será de menor costo. En el seguimiento a largo plazo, cuando el estudio ARUBA haya terminado, ya no se determinarán los costos que implican los resangrados,

los eventos epilépticos y los reingresos hospitalarios. Ponderando lo anterior y teniendo como meta principal que el objetivo del tratamiento de las MAV es prevenir la hemorragia. La microcirugía tiene bajo riesgo de complicaciones para las MAV cerebrales de la clasificación SMG I y II y conducen a la curación inmediata. Sin embargo, la microcirugía es invasiva. La radiocirugía estereotáxica (RCE), que aplica irradiación focalizada en la lesión intracraneana puede ser eficaz para las malformaciones menores de 3,5 cm, pero para lograr la obliteración total son necesarios de 1 a 3 años después del tratamiento y no siempre se logra la curación ²³.

Pollock, en 1990, destacó que las complicaciones por radiocirugía son diferentes para las lesiones corticales y las profundas, a pesar de que ambas pueden ser elocuentes en la clasificación de Spetzler y Martin. De igual forma, recalcó que el diámetro mayor de una malformación arteriovenosa cerebral no es reproducible cuando se calcula el volumen de la lesión en cm^3 ²⁴.

La clasificación Pollock es útil en pacientes a quienes se les realiza radiocirugía. Se han propuesto también clasificaciones para sujetos tratados con angioembolización, pero a la fecha no han alcanzado difusión ni aceptación suficientes. Pueden aparecer complicaciones tardías, como hemorragia en el período de latencia y edema o necrosis por radiación ²⁴.

La embolización se emplea para obliterar malformaciones pequeñas o para hacer posible la cirugía de malformaciones más grandes o eliminar una causa posible de hemorragia. Los materiales embolizantes se hacen llegar a las arterias aferentes o al nido mediante microcatéteres. Las MAV cerebrales clasificadas como SMG IV o V en general necesitan tratamiento con múltiples modalidades ²¹.

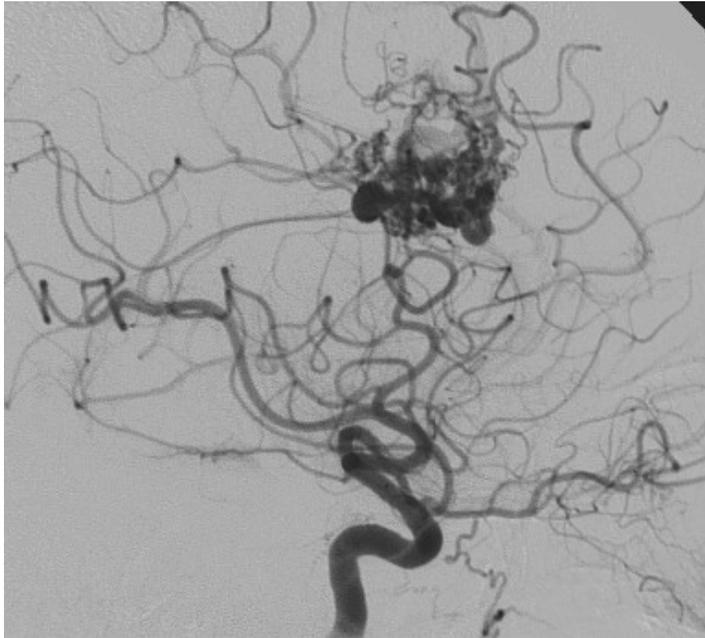


Fig. 6. . Imagen de angiografía cerebral donde se identifica una malformación arteriovenosa cerebral dependiente de ACM.

ANGIOGRAFIA INTRAOPERATORIA EN PATOLOGÍA CEREBROVASCULAR.

La meta de la cirugía cerebrovascular es la completa obliteración del aneurisma o resección de la malformación arteriovenosa sin el compromiso de la anatomía vascular normal. La cirugía provee una completa cura en estos padecimientos , además de prevenir la tasa de resangrados en la historia natural de la enfermedad. El llenado residual del aneurisma, la estenosis del vaso principal, y la rotura del aneurisma forman parte de los riesgos y complicaciones de la cirugía cerebrovascular.

Estudios en pacientes postoperados utilizando paangiografía postoperatoria reportan lesiones vasculares residuales. McDonald y col reportaron en sus poblaciones hasta 5% de aneurisma residual , así como 2% de compromiso vascular normal ³⁰.

Le Roux y colaboradores reportan una incidencia de 5.7% de aneurisma residual y 7% de compromiso vascular normal²⁸. Otras series como las de Rauzzino y col reportan 4.2% de aneurisma residual y 0.32 % de compromiso vascular²⁹.

Estas lesiones residuales pueden comprometer la vida y la función del paciente. Drake y Vanderlinden reportan tasas de resangrado de 33% aun en lesiones residuales pequeñas y 54% en lesiones residuales de aneurismas gigantes (> 24 mm)²⁷.

En la última década se han defendido la rutina y el uso selectivo de la angiografía por sustracción digital intraoperatoria (DSA) para evaluar aneurisma residual y permeabilidad del vaso. Algunos neurocirujanos cerebrovasculares han abogado por el uso DSA intraoperatoria selectiva , por ejemplo, en sólo aneurismas grandes o complejos, ya que, su uso de manera rutinaria no es necesariamente rentable .Sin embargo esto no siempre puede ser predecido en todos los pacientes, lo que algunos centros sugieren su uso habitual.

Los estudios preoperatorios de los aneurismas intracraneales son: Angiografía por tomografía computarizada (CTA) angioIRM (MRA) y la angiografía por sustracción digital (DSA). De acuerdo con nuestra experiencia, la interpretación de imágenes de diagnóstico preoperatorio no coincide siempre la situación real intraoperatoria en los pacientes. El clipaje completo de los aneurismas intracraneales y exclusión de la circulación , la preservación del árbol vascular, y la identificación de los vasos más allá del campo visual son los objetivos principales durante la cirugía de aneurisma³¹.

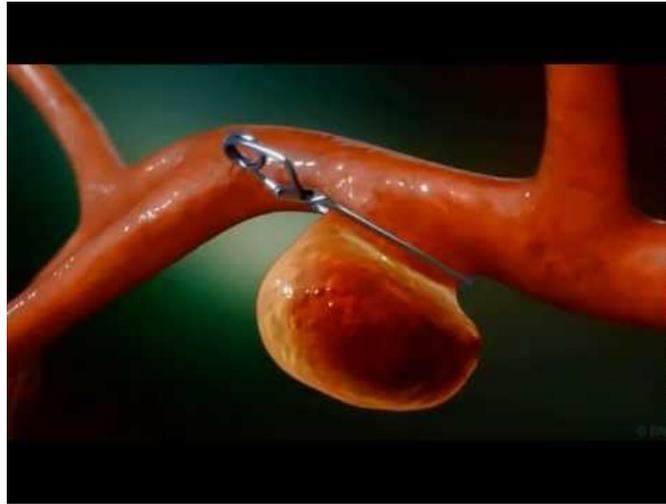


Fig. 4. Clipaje de aneurisma cerebral. Tomado de <https://www.barrowneuro.org>

La angio TC permite la visualización de aneurismas de 0.8 mm en la arteria comunicante anterior que es confirmada mediante cirugía y no así con la angiografía convencional. Esto indica que la seguridad en el diagnóstico de aneurisma intracraneal mediante angio-TC es igual o superior a la angiografía convencional³¹.

Le Roux et al. Identificaron aneurisma residual en 5,7% de los 637 pacientes tratados en angiografía postoperatoria ²⁸. La evaluación intraoperatoria de la aplicación de los clips de aneurisma ha sido evaluada por La angiografía de fluorescencia intravenosa e intraoperatoria con verde de indocianina así como la angiografía transoperatoria³¹.

La Angiografía Intreoperatoria (AI) se ha utilizado para confirmar la permeabilidad de la arteria matriz, arterias perforantes , y otras arterias que se ramifican cerca de un aneurisma durante el clipaje del mismo. La AI también se ha sido utilizada durante la resección de tumores cerebrales para identificar los márgenes del tumor y confirmar la permeabilidad

de los vasos sanguíneos peritumorales¹⁰. La AI es mínimamente invasiva y útil para disminuir la incidencia de complicaciones quirúrgicas, es ampliamente utilizada durante la cirugía neurológica. Sin embargo, comercialmente los sistemas de microscopio disponibles pueden realizar funciones similares mediante el uso de técnicas como el verde indocianina. Por tanto, uno de los factores que limitan el uso de AI es el costo³¹.

Gordon y col evaluaron la eficacia del uso de la angiografía transoperatoria de manera rutinaria en 517 aneurismas rotos e incidentales independientemente de su localización, tamaño o complejidad; de los cuales en 64 (12%); los hallazgos en la angiografía intraoperatoria modificaron un cambio en el tratamiento quirúrgico³¹. En 47% se documentó aneurisma residual, dando lugar al reacomodo del clip vascular. En 44% se encontró datos de compromiso vascular de una o más arterias cerebrales perforantes. Se observó que los aneurismas de la ACI, principalmente supraclinoideos y de arteria hipofisiaria superior, fueron más susceptibles a tasas de revisión del clipaje. Otros factores predictorios fueron el tamaño del aneurismas, siendo los aneurismas gigantes (<24 mm) los que más frecuentemente se sometieron a una revisión o acomodo en un 29%. La tasa de complicaciones en la técnica transoperatoria fue de 0.4%³¹. En cuanto a la técnica usada en este se realizó mediante un fluoroscopio portátil por una vía de acceso femoral en todos los pacientes, con un promedio de tiempo de 20 minutos de procedimiento.

Los beneficios de la angiografía intraoperatoria ha sido reportado en varios estudios: Alexander y col reportaron en un estudio de 107 aneurismas tratados con craneotomías, en el cual en el 11% de los casos se hizo revisión del clip con el estudio angiografico. Derdeyn y colaboradores reportaron reposicionamiento del clip en 16,8% de 199 pacientes tratados con clipaje de aneurisma. Algunos autores como Payner y col reportan porcentaje de

revisión del clipaje hasta en un 27% en un total de 70 pacientes³². Es importante comentar que los porcentajes de revisión de clip se reportan hasta en un 40% en aneurismas provenientes de ACI en su segmento clinoideo, así como aneurisma de la arteria oftálmica y esto va en relación a la complejidad en la técnica quirúrgica³².

Origitano y col. reportan aneurisma residual a la colocación del clip hasta en un 65% en aneurismas gigantes, Payner por su parte reporta recolocación del clip en 5 (42%) de 12 aneurismas gigantes. Dificultad en la reconstrucción de la luz del vaso principal, enfermedad aterosclerótica concomitante e invaginación del aneurisma o un cuello muy corto contribuyen al compromiso vascular normal, así como al llenado residual en este tipo de aneurismas³⁶.

La angiografía intraoperatoria también puede ser muy valiosa cuando está previsto un bypass de alto flujo. Esta modalidad puede identificar retorcimiento de los vasos y estenosis en la línea de sutura, así como, un trombo intraluminal. Recientemente, Sekhar, y colaboradores reportó el uso de la angiografía intraoperatoria en 62 pacientes que se sometieron a procedimientos de bypass; en 20 pacientes (32%) se encontraron problemas de injerto. En esta serie cinco procedimientos de bypass se beneficiaron de la angiografía intraoperatoria, permitiendo el reconocimiento inmediato de fracaso del injerto y la oportunidad de revisión del mismo que amento la tasa de éxito, así como la reducción de la probabilidad de un infarto cerebrovascular³⁴. Esta serie de pacientes pone de relieve que el uso de angiografía intraoperatoria puede proporcionar una guía transoperatoria para cambiar la anatomía de un aneurisma complejo a uno que es más fácilmente tratable con la terapia endovascular³⁴.

Heros y col ha observado que las tasas de revisión después la realización de una angiografía intraoperatoria puede ser artificialmente alta. Se observa que los cirujanos que utilizan rutinariamente la angiografía intraoperatoria pueden restringir sus esfuerzos para asegurar la colocación adecuada y el clip depender de los hallazgos radiológicos en lugar de la inspección metódica³⁵. Así mismo, algunos autores describen que estas modificaciones transoperatorias puede aumentar la disección innecesaria del aneurisma y la sobre manipulación del clip, que puede dar lugar, a su vez, a una mayor morbilidad.

Gordon y colaboradores reportan que tasas significativamente más altas de revisión del clip principalmente en aneurismas de la región paraclinoidea y aneurismas gigantes; en su estudio la angiografía intraoperatoria tuvo complicaciones en un 1% , por lo que fue un procedimiento seguro y eficaz concluye el autor³¹.

En cuanto a la vía de acceso de la angiografía intraoperatoria la mayoría de los estudios reportan la vía femoral como vía más frecuente, algunos autores como Tsuyoshi y col. emplean como vía de acceso la arteria temporal superficial como una vía eficaz y de fácil acceso, con bajo riesgo de complicaciones. Ellos describen la disección de la arteria temporal durante el abordaje planeado para el clivaje de aneurisma o lesión vascular a tratar; empleando un catéter de 3 Fr e insertando de 5 a 10 cm dentro de la arteria³⁷.

Shigetaka y colaboradores reportan el uso de angiografía intraoperatoria en la resección de 13 malformaciones arteriovenosas, en donde en 2 se observó MAV residual y no se encontraron complicaciones atribuibles a la angiografía transoperatoria³⁷.

López y col también describen en un estudio de 191 pacientes en un periodo de 2 años sus hallazgos y experiencia en el uso de angiografía intraoperatoria en el manejo de lesiones

vasculares, encontrando la necesidad de reposicionamiento o colocación de clip adicional se realizó en 8% de los pacientes³⁹.

La resección residual de malformaciones arteriovenosas o cirugía adicional para fistulas arteriovenosas residual en 2% de los pacientes. Menos del 1% de los pacientes recibieron verapamil intra-arterial o papaverina tópica. La tasa de complicaciones fue inferior al 1%. Adicionalmente también evaluaron la dosis media por procedimiento de radiación para los médicos que fue de 1.018 microsieverts (USV) frente a 0.988 uSv para los técnicos ($P < 0,94$)³⁹.

Por su parte Washington y colaboradores compararon el uso rutinario de la angiografía intraoperatoria vs su uso selectivo en paciente sometidos a cirugía de aneurisma, donde recomiendan reservar el uso de la angiografía intraoperatoria en los casos con configuraciones de aneurismas complejos, exigencia de varios clips, clip de uso temporal, y la rotura intraoperatoria⁴⁰.

Algunos autores como Colin P. y colaboradores habían descrito con anterioridad algunos hallazgos hagiográficos anatómicos y de localización que se correlacionaban con el reposicionamiento del clip encontrando estadísticamente menos frecuente ($p < 0.05$) en aneurismas de la comunicante posterior (5.7%) y coroidea anterior (2%), en dichas localizaciones los autores no recomiendan el uso de angiografía intraoperatoria. Los aneurismas de la arteria hipofisiaria superior (38.9%), arteria cerebelosa superior (60%) y de la bifurcación carotidea (33.3%) reportaron altas tasas de reposicionamiento del clip⁴¹.

Balamurugan y col hacen una comparación entre el uso de la videoangiografía transoperatoria con el verde indocianina y la angiografía intraoperatoria con sustracción digital, como conclusiones comentan que el verde indocianina proporciona información

adecuada sobre aneurismas de cuello corto y su relación con la arteria de origen, sus ramificaciones y perforantes de hasta 0.5mm hasta en un 90% de los casos. Sin embargo algunos residuales del cuello del aneurisma no pueden ser detectados por esta técnica. Las calcificaciones, los aneurismas con paredes ateroscleróticas, aneurismas trombosados, aneurismas gigantes y complejos pueden ser factores que afecten el índice de confiabilidad del estudio con el verde indiocianina y en estos casos la angiografía intraoperatoria debe ser el método de elección⁴².

William R y colaboradores evaluaron el incremento de infecciones en sitio quirúrgico en 676 pacientes tratados con clipaje de aneurisma por craneotomía tomando un grupo control utilizando angiografía intraoperatoria y otro sin uso de angiografía intraoperatoria, encontrando 2 infecciones en sitio de herida quirúrgica en el grupo de AI (1,9%) y 18 en el grupo no AI (3,1%), lo que indica que AI no era una variable estadísticamente significativa para la infección ($p = 0,50$)⁴³.

Spetzler y col evaluaron las dos técnicas de angiografía intraoperatoria y videoangiografía con verde indocianina (ICG) encontrando que no hay un diferimiento significativo entre las dos técnicas en la relación de reposicionamiento en la estenosis de los vasos sanos o en la lesión residual, No hubo diferencias en la tasa de accidente cerebrovascular perioperatorio o tasa de estudios falsos negativos. El costo por paciente fue significativamente mayor en el uso de angiografía intraoperatoria en comparación con el uso de verde indocianina. La seguridad de ambos procedimientos fue significativamente similar por lo que recomiendan estandarizar el uso cualquier procedimiento según la ubicación y tamaño de la lesión, así como el recurso y material con el que se cuente²¹.

Friedman evaluó otras posibles complicaciones de la angiografía intraoperatoria incluyendo: un accidente vascular cerebral, embolismos, disección arterial, vasoespasmos, y hematoma en sitio de punción. Las tasas de complicaciones las reportó en un intervalo de 0,4% a 2,6%⁴¹.

Entre las variables que dificultan la realización de la angiografía intraoperatoria incluyen la necesidad de equipo especializado (equipo de fluoroscopia, cabezal o mesa quirúrgica radiolúcida) y un neurocirujano entrenado en la realización de angiografía, aumento de los costos, tiempo de funcionamiento, los riesgos asociados al mismo procedimiento angiografía, el uso de heparina, exposición a la radiación del personal de la sala, los resultados falsos positivos y falsos negativos, y algunos aspectos con respecto a la eficacia de los reajustes clip⁴⁴.

Así mismo complicaciones reportadas por Max y colaboradores pueden incluir ictus isquémico, hematomas en sitios de punción, formación de pseudoaneurisma, fistulas arteriovenosas, disección arterial, insuficiencia renal y reacciones al medio de contraste²⁶.

Weiner y colaboradores observaron un evento isquémico cerebral entre las 65 angiografías realizadas a través de la arteria temporal superficial. Estos estudios se llevaron a cabo mediante el paso de un catéter retrógradamente a la bifurcación de la carótida. Weiner también reportó la dificultad para pasar el catéter alrededor del arco cigomático para 4 de 48 pacientes. Smith, por su parte, informó como complicación un ictus en 1 paciente de 41 que se trató mediante esta técnica; a lo cual se lo atribuyó a la colocación del catéter en el arteria carótida común, con desprendimiento de la placa. También Hay posibilidad teórica de formación de un pseudo aneurisma o formación de una fistula arteriovenosa

relacionada con la arteriotomía, aunque en nuestro conocimiento esto no ha sido reportada²⁵.

Autores como Katz y col , recomiendan el uso de angiografía intraoperatoria solo para casos reservados que involucren aneurismas complejos o grandes , aneurismas de la circulación posterior, así como algunos aneurismas de arteria cerebral media principalmente aneurismas pre bifurcación o en trifurcación⁴⁵.

Nanda recomienda el uso rutinario en pacientes con rotura intraoperatoria del aneurisma ($P > 0,008$) y en pacientes con aneurismas de circulación posterior en la que se encontró una asociación significativa ($P > 0.0005$) de oclusión del vaso⁴⁶.

ABORDAJE MULTIDISCIPLINARIO PARA EL TRATAMIENTO DE PATOLOGÍA CEREBROVASCULAR.

Una revisión de la base de datos de altas hospitalarias en USA valorada entre 1993 y 2003 mostró que el número de procedimientos endovasculares para aneurismas rotos y no rotos aumento al doble, mientras el número de clipaje quirúrgico permaneció igual. Los índices de mortalidad hospitalaria para la terapia endovascular se mostraron sin cambios durante 11 años, y para clipaje quirúrgico disminuyó un 30% alcanzando los rangos de la terapia endovascular. Los hospitales escuela se asociaron con mejores resultados y menor mortalidad, sobre todo, para pacientes sometidos a clipaje quirúrgico. Entre 1993 y 2003 el número de admisiones hospitalarias por aneurismas no rotos aumento al doble, mientras la mortalidad intrahospitalaria en éste grupo disminuyó 50%³.

Es cada vez más evidente que las dos opciones de manejo, tanto la quirúrgica como endovascular se deben considerar para cada aneurisma cerebral no roto, y el tratamiento debe valorarse contra la historia natural de la enfermedad si no se trata. En centros que reciben grandes volúmenes de casos cerebro-vasculares, cirujanos especializados en cirugía cerebrovascular y médicos endovasculares pueden trabajar juntos para ofrecer a los pacientes la opción óptima de manejo. Las recomendaciones para elegir cada uno dependerá de las características del aneurisma, la situación clínica del paciente y la experiencia del equipo tratante. Los siguientes factores influyen en la selección³:

1. Localización del aneurisma: Ya se ha comentado que algunas localizaciones se asocian a riesgo quirúrgico alto. Durante la reparación quirúrgica de aneurismas del ápex de la basilar con dirección posterior, se pueden lesionar las arterias tálamo-

perforantes. Cuando estos aneurismas requieren manejo, la alternativa endovascular es generalmente segura. El clipaje de aneurismas de ACI segmento cavernoso puede resultar con parálisis de nervios craneales, mientras que éstos aneurismas conllevan muy bajo o ningún riesgo de ruptura cuando se dejan sin tratar. Aneurismas paraclinoideos y de ACA con proyección postero-superior tienen un riesgo quirúrgico intermedio. Aneurismas de ACM se asocian a un riesgo alto de falla en el manejo endovascular y complicaciones, y frecuentemente son más seguros de tratar con cirugía.

2. Relación del aneurisma con la arteria principal o ramas arteriales: Aneurismas con ramas vasculares originadas del cuello no son susceptibles de manejo endovascular. La reconstrucción con clipaje permite a los vasos principales y sus ramas ser preservados mientras el aneurisma es obliterado.
3. Índice domo/cuellos del aneurisma: Aneurismas con cuello más grande de 4 mm, o un índice de domo/cuello menos de 2 no son candidatos a terapia endovascular con coils y se debe realizar un clipaje quirúrgico. La introducción de los stents ha permitido que muchos aneurismas de cuello ancho sean tratados con terapia con coils, pero éste tratamiento se asocia con índices de complicaciones más altos. Si el riesgo quirúrgico es bajo, el clipaje es la mejor opción.
4. Presencia de efecto de masa o trombos: Aneurismas que presentan efecto de masa, como los que presentan pérdida de la visión o parálisis oculomotora, pueden ser descomprimidos con el clipaje, pero no con la terapia endovascular. Aquellos parcialmente trombosados tienen riesgo de recurrencia posterior a la colocación de coils debido al desplazamiento y compactación de los coils. La cirugía ofrece un

tratamiento definitivo, y la completa recuperación del déficit de nervios craneales es más frecuente posterior al clipaje que con los coils.

5. Accesibilidad endovascular/quirúrgica al aneurisma: La presencia de tortuosidades u oclusiones en cualquier sitio a lo largo del camino arterial al aneurisma puede evitar el tratamiento endovascular. No es infrecuente encontrar tortuosidad en el arco aórtico, carótida o arterias vertebrales; u observar una oclusión crónica de la carótida o vertebrales. En contraste, aneurismas de la porción media de la arteria basilar requieren un extenso y complejo abordaje a la base del cráneo para su tratamiento quirúrgico.
6. Edad del paciente y comorbilidades médicas: Pacientes mayores o aquellos quienes tienen un riesgo alto de anestesia general prolongada son candidatos para manejo endovascular. Con edad muy avanzada, la duración del tratamiento a largo plazo es un factor menor. Estudios recientes han reportado buenos resultados después de la terapia con coils de aneurismas sintomáticos no rotos en pacientes de la octava y novena décadas de la vida. La cirugía se prefiere para pacientes con insuficiencia renal quienes pudieran no tolerar el medio de contraste utilizado en la terapia endovascular.

SEGUIMIENTO POSTERIOR AL TRATAMIENTO.

RIESGO DE RECURRENCIA.

En un estudio, con seguimiento angiográfico a largo plazo, David y col. reportaron 135 aneurismas clipados sin residual. De los cuales, dos (1.5%) recurrieron, en un lapso de 2.6 a 9.6 años. Presentaron 12 aneurismas residuales posterior al clipaje, y 3 (25%) aumentaron de tamaño. Por otro lado, el manejo endovascular se asocia con un índice relativamente alto de recanalización de los aneurismas. En 145 aneurismas que se ocluyeron completamente por coils, Raymond y col. encontraron una recurrencia de 20% a los 12.3 meses posteriores al tratamiento con seguimiento angiográfico. De 187 aneurismas en su estudio que presentaron cuello residual posterior a la terapia con coils, 40% aumentaron de tamaño. 47 aneurismas presentaron domo residual posterior a la colocación de coils, y 51% aumento su tamaño. De los aneurismas recurrentes que se sometieron a retratamiento con terapia endovascular, 48.6% mostraron una segunda recurrencia. Se requieren estudios de mayor duración para determinar la recurrencia a largo plazo de la terapia endovascular con coils³.

Con los índices de recurrencia comentados, los pacientes que se someten a tratamiento endovascular requieren estudios de imagen cerebrovasculares seriados, por un periodo extendido e incluso en ocasiones por tiempo indefinido. Pacientes sometidos a clipaje quirúrgico, sin evidencia de residual en la angiografía postoperatoria, pueden no necesitar más estudios de imagen. Estudios posteriores a clipaje quirúrgico deben considerarse cuando se piensa en un aneurisma residual, y pueden también ser apropiados en pacientes jóvenes o en aquellos con múltiples aneurismas para evaluar aneurismas de novo³

5-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los aneurismas de la circulación posterior representan uno de los grandes retos de la neurocirugía por su relación estructural con el tallo cerebral y la base del cráneo. La intrincada anatomía neurovascular de la porción anterior del tallo cerebral incrementan el riesgo de morbilidad operatoria. La embolización endovascular con coils ha probado ser una alternativa altamente efectiva y mínimamente invasiva convirtiéndose en la primera línea de tratamiento para éstas lesiones en muchas instituciones, sin embargo, un alto porcentaje de éstos aneurismas no son susceptibles de manejo endovascular y requieren de cirugía entre los que se incluyen los aneurismas gigantes, parcialmente trombosados, fusiformes, aquellos con un índice domo-cuello desfavorable y aquellos que fallaron en la terapia endovascular.

En el servicio de neurocirugía del CMN 20 de Noviembre se realiza cirugía para aneurismas de circulación posterior no susceptibles de ser tratados por vía endovascular, pero a la fecha no se ha hecho un análisis de la morbi-mortalidad y de los resultados clínicos de este tipo de tratamiento, por lo que planteamos la siguiente pregunta de investigación:

Cuál es la morbi-mortalidad y los resultados clínicos postoperatorios del tratamiento quirúrgico de los aneurismas de circulación posterior en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre del ISSSTE?

6-JUSTIFICACIÓN.

Sabemos que los aneurismas cerebrales y la patología cerebrovascular tienen una elevada mortalidad cuando su primera manifestación es hemorragia intracraneal, por lo que su diagnóstico oportuno se ha convertido en una estrategia indispensable en los servicios de neurocirugía. El tratamiento microquirúrgico ha sido considerado como estándar de oro para la corrección de esta patología, sin embargo, la elevada morbilidad y mortalidad asociada a lesiones residuales ha llevado al apoyo de técnicas de imagen transoperatoria, como la angiografía con sustracción digital, la cual proveen en tiempo real información que permite la toma de decisiones cruciales en el manejo de estas patologías y con ello obtener mejores resultados postoperatorios.

Con el uso de Angiografía Cerebral con sustracción Digital transoperatoria es posible reconstruir los vasos sanguíneos relacionados con la patología cerebrovascular (Aneurisma y malformación arterio-venosa) y visualizar la permeabilidad del vaso posterior al cliplaje vascular, así como la existencia de lesión residual, permitiendo recolocar el clip y evitar un segundo o tercer tiempo quirúrgico, disminuyendo todo el riesgo relacionado a nuevas intervenciones.

En el CMN 20 de Noviembre del ISSSTE se atienden patologías cerebrovasculares con técnica microquirúrgica, y en años recientes se ha utilizado la Angiografía con Sustracción Digital transoperatoria, pero a la fecha no se ha realizado un análisis de resultados con su uso en el servicio de Neurocirugía, por lo que proponemos este estudio para conocer las fortalezas y debilidades de este procedimiento diagnóstico en los pacientes atendidos en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre.

7-HIPOTESIS

Debido a que se trata de un estudio estrictamente descriptivo, no requiere del planteamiento de hipótesis, sin embargo, debido a que se informa en la literatura médica del uso de angiografía transoperatoria con la cual podríamos comparar los resultados del estudio propuesto, planteamos la siguiente hipótesis:

H1: En pacientes sometidos a procedimientos de cirugía cerebrovascular en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre, la Angiografía con Sustracción Digital transoperatoria tiene una utilidad similar a la informada a la literatura médica.

Ho: En pacientes sometidos a procedimientos de cirugía cerebrovascular en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre, la Angiografía con Sustracción Digital transoperatoria tiene una utilidad significativamente diferente a la informada a la literatura médica.

8-OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Conocer la experiencia con el uso de Angiografía con Sustracción Digital Transoperatoria en pacientes sometidos a procedimientos de cirugía Cerebrovascular en el servicio de neurocirugía del CMN 20 de Noviembre del ISSSTE

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

En pacientes sometidos a procedimiento de cirugía cerebrovascular:

- Conocer la incidencia de aneurisma residual posterior al clipaje y de nido residual posterior a resección de malformación arteriovenosa.
- Conocer las vías de acceso vascular utilizadas para la realización de la ASD transoperatoria
- Conocer las complicaciones transoperatorias.
- Conocer el tiempo promedio para la realización de ASD transoperatoria
- Conocer la morbilidad relacionada con la ASD transoperatoria.

Secundario:

Comparar los hallazgos de la Angiografía Cerebral con sustracción Digital pre y transoperatoria

9-DISEÑO.

Transversal, observacional, descriptivo, retrolectivo

10-DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBSERVACIÓN.

Pacientes con enfermedad neurológica sometidos a procedimiento quirúrgico cerebrovascular en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre del ISSSTE

11-POBLACIÓN.

Pacientes con enfermedad neurológica sometidos a procedimiento quirúrgico cerebrovascular y angiografía con sustracción digital transoperatoria en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre de enero del 2015 a diciembre del 2016

12-TIEMPO DE EJECUCION

6 meses

13-CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Pacientes adultos, hombres y mujeres sometidos a cirugía cerebrovascular con angiografía con sustracción digital transoperatoria.

14-CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

Pacientes con dificultad técnica que impidió la realización completa de la angiografía cerebral.

15-CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.

16-TIPO DE MUESTREO

MUESTREO PROBABLISTICO

No aplica

MUESTREO NO PROBABILISTICO

Se realizará un muestreo por conveniencia de acuerdo a la realización de angiografía con sustracción digital transoperatoria.

17-TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Considerando que se propone un estudio únicamente descriptivo retrolectivo, en donde se pretende conocer la utilidad de un procedimiento diagnóstico trasnoperatorio realizado en el servicio de Neurocirugía para tratar padecimientos cerebrovasculares, se incluirán a todos los casos sometidos a estos procedimientos, que a la fecha son 45 pacientes.

18-VARIABLES.

Independiente:

- Aneurisma intracraneal: Dilataciones focales de las arterias del cerebro, habitualmente localizadas en los puntos de ramificación. Nominal presente/ausente
- Malformación arteriovenosa: Conglomerado vascular anormal que se caracteriza por tener una comunicación arteria-vena sin capilar. Nominal presente/ausente

Dependiente:

- Aneurisma cerebral o malformación arteriovenosa residuales: Persistencia de una opacificación de alguna parte o la totalidad del lumen aneurismático post-clipaje quirúrgico. Nominal presente/ausente.
- Complicaciones relacionadas con la Angiografía Cerebral con sustracción Digital: Eventos adversos espontáneos relacionados con la realización de la angiografía cerebral con sustracción digital: Espasmo vascular, trombo embolismo, disección arterial, crisis convulsivas, insuficiencia renal, Nominal presente/ausente

Covariables:

- Edad: Tiempo cronológico desde el nacimiento. Variable cuantitativa expresada en años
- Género: Característica morfológica que identifica al hombre de la mujer. Variable nominal

Factores de riesgo para enfermedad cerebrovascular: Condiciones mórbidas que predispongan o aumenten la susceptibilidad al origen de enfermedades cerebro-vasculares: Tabaquismo, alcoholismo, dislipidemia, diabetes mellitus, hipertensión arterial, obesidad. Nominal presente/ausente.

19-MATERIAL Y MÉTODOS.

El estudio fue autorizado por los comités de Investigación, Ética en Investigación y Bioseguridad locales.

Se registraran a los pacientes sometidos a procedimiento quirúrgico cerebrovascular y angiografía con sustracción digital transoperatoria en el servicio de Neurocirugía del CMN 20 de Noviembre de enero del 2015 a diciembre del 2016

Del registro de pacientes del servicio de Neurocirugía, se identificará a los pacientes que cumplan con los criterios de selección y del expediente clínico se registraran las siguientes variables: Edad, Sexo, diagnóstico, hallazgos quirúrgicos, tratamiento quirúrgico, hallazgos de la angiografía cerebral con sustracción digital pre y transoperatoria, complicaciones transoperatorias, resultado quirúrgico.

20-PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Utilizaremos el programa estadístico SPSS v22.0 para Windows. El análisis descriptivo se realizará con medidas de proporciones y medidas de tendencia central y de dispersión. La comparación pre y trasoperatoria de la ACSD para variables cuantitativas (Objetivo secundario) se realizará con prueba t de student o U de Mann Witney de acuerdo al resultado de normalidad y para variables cualitativas se utilizará prueba Chi2. Consideraremos significancia estadística con un valor de p menor de 0.05

22-ESCALAS UTILIZADAS.**ESCALA DE FISHER:**

Escala de Fisher	
I	Sin evidencia de sangrado en cisternas ni ventrículos.
II	Sangre difusa fina, con una capa < 1 mm en cisternas medida verticalmente.
III	Coágulo grueso cisternal, >1 mm en cisternas medido verticalmente
IV	Hematoma intraparenquimatoso, hemorragia intraventricular, +/- sangrado difuso.

ESCALA DE HUNT Y HESS:

Escala de Hunt y Hess		
1	Asintomático o mínima cefalea con leve rigidez de nuca.	Preservación del nivel de conciencia (Unidad de ictus).
2	Cefalea severa-moderada con rigidez nugal sin déficit neurológico, salvo a lo sumo, parálisis de pares craneales.	
3	Somnolencia, confusión, o déficit focal leve.	Alteración del nivel de conciencia (Unidad de cuidados intensivos o Unidad de cuidados neurocríticos)
4	Estupor, déficit motor moderado-severo, signos precoces de descerebración o alteraciones vegetativas.	
5	Coma profundo, rigidez de descerebración, aspecto moribundo.	

ESCALA DE GLASGOW:

Escala de coma de Glasgow en Adulto		
Ocular	Verbal	Motora
4. Espontaneo	5. Ubicado	6. Obedece Ordenes
3. Por Ordenes	4. Desorientado	5. Ubica Dolor
2. Estimulo Doloroso	3. Palabras Inapropiadas	4. Retira por Estimulo
1. Ausente	2. Sonidos Incomprensibles	3. Decorticacion (Flexión)
	1. Ausente	2. Descerebración (Extensión)
		1. Ausente

ESCALA DE LA WFNS PARA HSA:

Escala de WFNS	
I	Escala de coma de Glasgow: 15 sin hemiparesia.
II	Escala de coma de Glasgow: 13-14 sin hemiparesia
III	Escala de coma de Glasgow: 13-14 con hemiparesia
IV	Escala de coma de Glasgow: 7-12 con o sin hemiparesia
V	Escala de coma de Glasgow: 3-6 con o sin hemiparesia

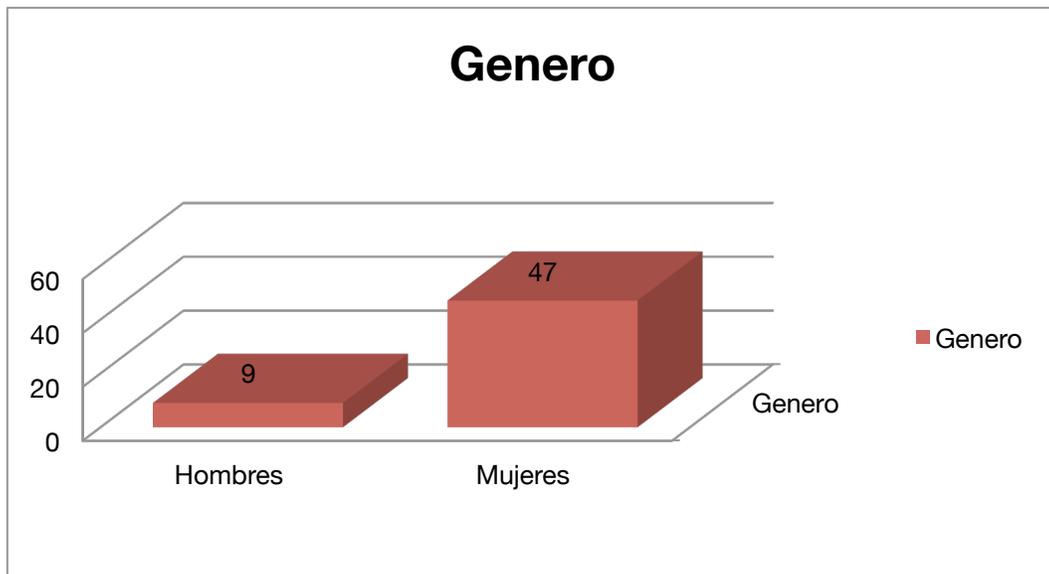
**ESCALA DE SPETZLER-MARTIN PARA MALFORMACIONES
ARTERIOVENOSAS CEREBRALES**

Sistema de valoración de Spetzler-Martin	
Criterio	Puntuación
Tamaño del nido	
Pequeño (< 3 cm)	1
Mediano (3-6 cm)	2
Grande (> 6 cm)	3
Elocuencia de área cerebral	
No	0
Sí	1
Profundidad	
No (superficial)	0
Sí (profunda)	1
Puntuación total	
(Tamaño + Elocuencia + Profundidad) =	Grado MAV

23-RESULTADOS.

El porcentaje de pacientes sometidos a tratamiento microquirúrgico con angiografía transoperatoria con sustracción digital con aneurismas cerebrales residuales en el CMN “20 de noviembre” es de 23.2%, con 13 casos, de un total de 56 pacientes con diagnóstico de aneurisma cerebral de Enero de 2015 a Diciembre de 2016.

9 hombres (15.3%) y 47 mujeres (84.6%), con edades de entre 32 y 75 años, con un promedio de 55 años de edad (*Gráfica 1*).

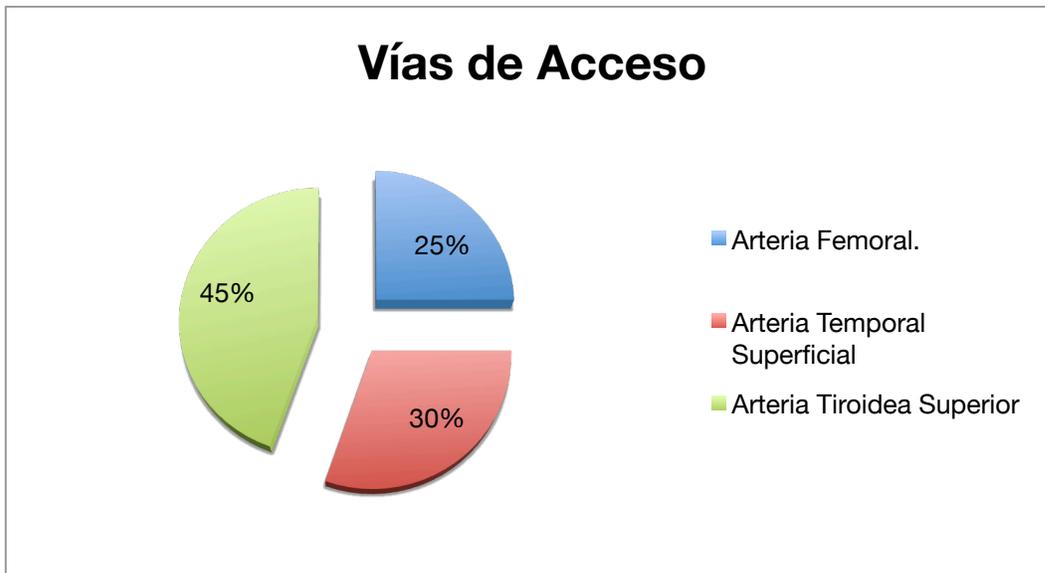


Gráfica 1. Se muestra el número de casos por género.

En dos casos (3.57%) se realizó terapia endovascular con angiografía cerebral transoperatoria para oclusión arterial y disminución del flujo y la presión del aneurisma para facilitar el clipaje.

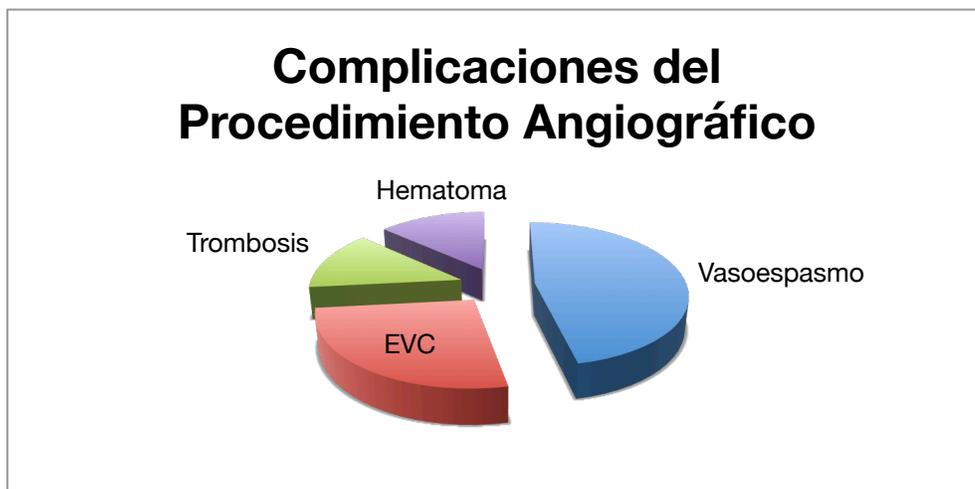
Del total de 56 pacientes se sometieron 2 pacientes (3.5%) con malformaciones arteriovenosas supratentoriales a resección microquirúrgica bajo angiografía transoperatoria se corrobora la resección total de las dos malformaciones arteriovenosas.

Se realizaron 3 vías de acceso para la realización de la angiografía transoperatoria siendo la mas frecuente la vía realizada por la arteria tiroidea superior rama de ACI con 25 pacientes (44.64%) , la arteria temporal superficial con 17 pacientes (30.35) y la vía femoral con 14 (25%) pacientes, (*Gráfica 2*). Los tiempos promedio para cada técnica fue para la vía femoral de 10 minutos , la vía de la arteria temporal superficial 35 minutos y de la arteria tiroidea superior de 30 minutos.



Gráfica 2. Se muestra las vías de acceso para la Angiografía Transoperatoria.

De las complicaciones propias de estos tres procedimientos se observó vasoespasmos en 7 pacientes (12.5%) , 4 infartos cerebrales focales (7.4%) , 2 trombosis del vaso abordado (3.57%) y 2 (3.57%) hematomas en lecho quirúrgico o sitio de punción, (*Gráfica 3*).



*Gráfica 3. Se muestra
Las complicaciones propias de la Angiografía Transoperatoria.*

De las complicaciones propias del clipaje de aneurisma se observó 4 defunciones (7.14%) 12 pacientes (21.42%) cursaron con hemiparesia , 1 hematoma epidural (1.78%) , 2 afecciones a nervio supraorbitario (3.57%) y 1 paciente (1.78%) presentó afasia motora posterior al clipaje.

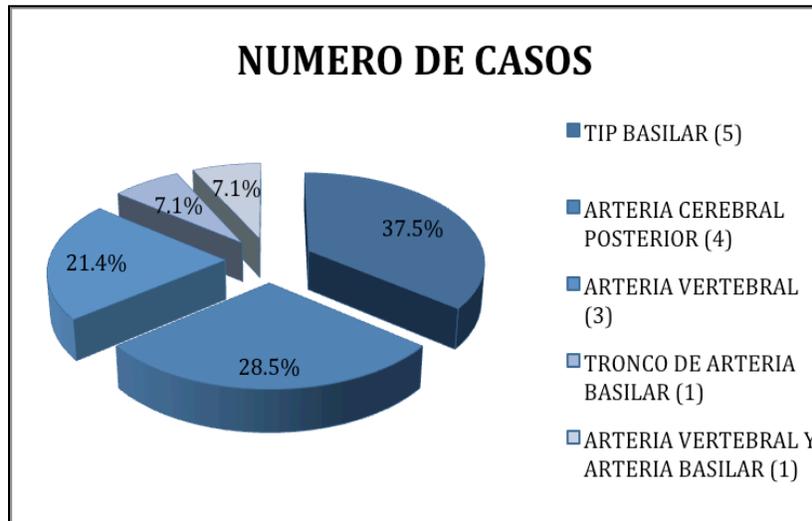
En los 2 pacientes postoperados de resección de malformación arteriovenosa, no se observó ninguna complicación postquirúrgica inmediata.

En cuanto a la localización de los aneurismas se encontró que en 43 pacientes de los 56 predomino aneurismas de la circulación anterior con predominio de aneurismas de AcomA (13= 23.21%), seguidos de AcomP (12=21.42%) y ACI (8=14.28%) (*Gráfica 4*).



Gráfica 4. Número de casos y localizaciones más frecuentes de los aneurismas en circulación anterior.

Se encontró aneurismas en circulación posterior en 13 pacientes, de un total de 21 aneurismas diagnosticados en éste grupo ya que algunos contaban con aneurismas múltiples y de circulación anterior concomitantes. Las localizaciones más frecuentes fueron 5 del Tip Basilar (35.7%), 4 de Arteria Cerebral Posterior (28.5%) (los 4 del lado derecho), 3 en las arterias vertebrales (21.4%) (3 de la izquierda y 1 del lado derecho), 1 del tronco de la arteria basilar (7.1%), 1 paciente con 1 aneurisma que abarcaba tanto la arteria vertebral como la arteria basilar (fusiforme) (7.1%). 5 de los 13 pacientes tenían aneurismas múltiples (38.4%) (*Gráfica 5*).

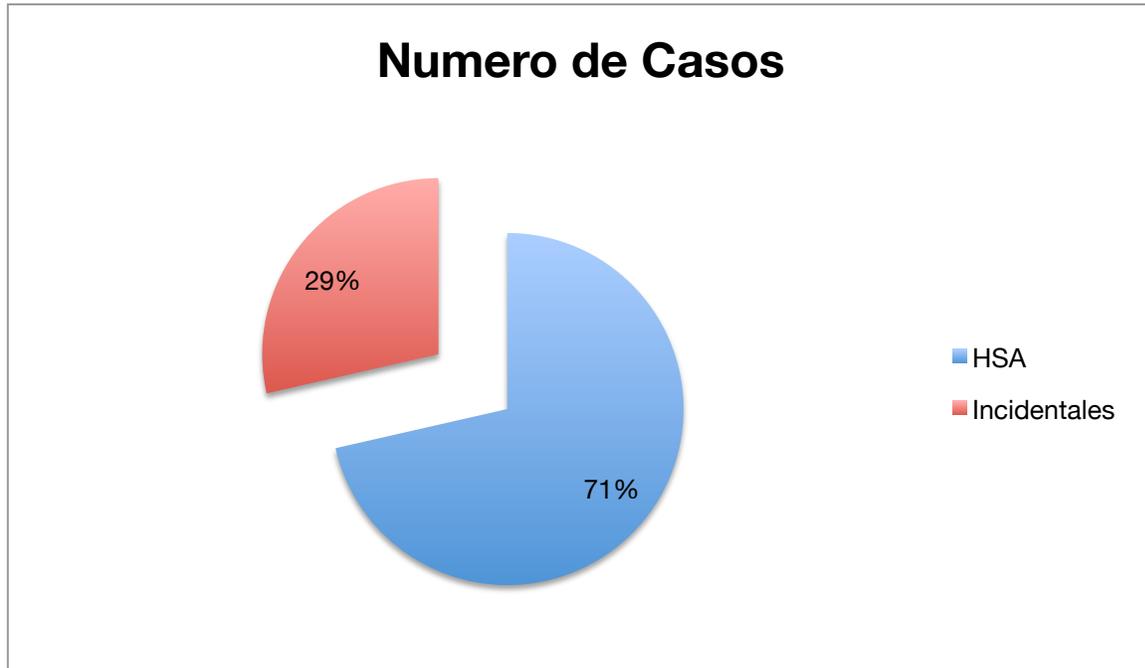


Gráfica 5. Número de casos y localizaciones más frecuentes de los aneurismas en circulación posterior.

En 8 pacientes (14.28%) se documentaron por medio de estudios de imagen como angiotomografía de cráneo y angiografía cerebral variantes anatómicas vasculares o malformaciones arteriovenosas concomitantes con los aneurismas.

Los días de estancia intrahospitalaria estuvieron en rangos de 15 a 56 días, con un promedio de 24.2 días por paciente; 2 pacientes (3.57%) se trasladaron a segundo nivel para cuidados de paciente crónico, 6 pacientes (10.71%) se egresaron a domicilio y 4 murieron (7.14%).

40 pacientes ingresaron con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea con aneurismas rotos (71%) y 16 (29%) se diagnosticaron de forma incidental (*Gráfica 6*). De los 16 pacientes con aneurismas incidentales, 1 tuvo complicaciones y malos resultados (6.25%), 2 persistieron sin cambios clínicos (12.5%). El intervalo entre el día de sangrado y el día de la cirugía oscila entre 12 y 159 días, con un promedio de 39 días.



Gráfica 6: Muestra el porcentaje de pacientes que ingresaron con HSA y aneurismas rotos y el porcentaje de pacientes con aneurismas incidentales.

De los 56 aneurismas, 44 fueron saculares (78.5%) y 11 fusiformes (21.4%), de los saculares, 7 presentaron bordes regulares (12.5%), y 4 irregulares (7.14%) (1 trombosado, 3 bilobulados). Los 11 fusiformes presentaron bordes regulares.

De los 56 pacientes, 39 mejoraron en el postoperatorio inmediato (69.64%), 8 sin cambios (14.28%), 9 con empeoramiento clínico (16.07%) (*Gráfica 7*).



Gráfica 7. Resultados clínicos.

De los 8 pacientes sin modificación en la escala de Rankin en el postoperatorio inmediato, 6 tenían grado bajo (1 de 0, y 1 de 1), 2 alto (1 de 4 y 1 de 5).

Las complicaciones tempranas relacionadas con la cirugía o la patología de base fueron: lesión al III nervio craneal en 6 pacientes (46.1%), 5 pacientes con lesión de nervios craneales bajos (38.4%), Hemiparesia 3 casos (23%), deterioro del estado de alerta severo con falta de automatismo 3 casos (23%), infartos cerebrales 2 casos (15.3%), vasoespasmo (7.6%). Un paciente presentó ruptura transoperatoria del aneurisma (tip basilar) (7.6%). Las complicaciones tardías son: 2 fistulas de LCR (15.3%), 2 infartos (15.3%), 1 cerebeloso y 1

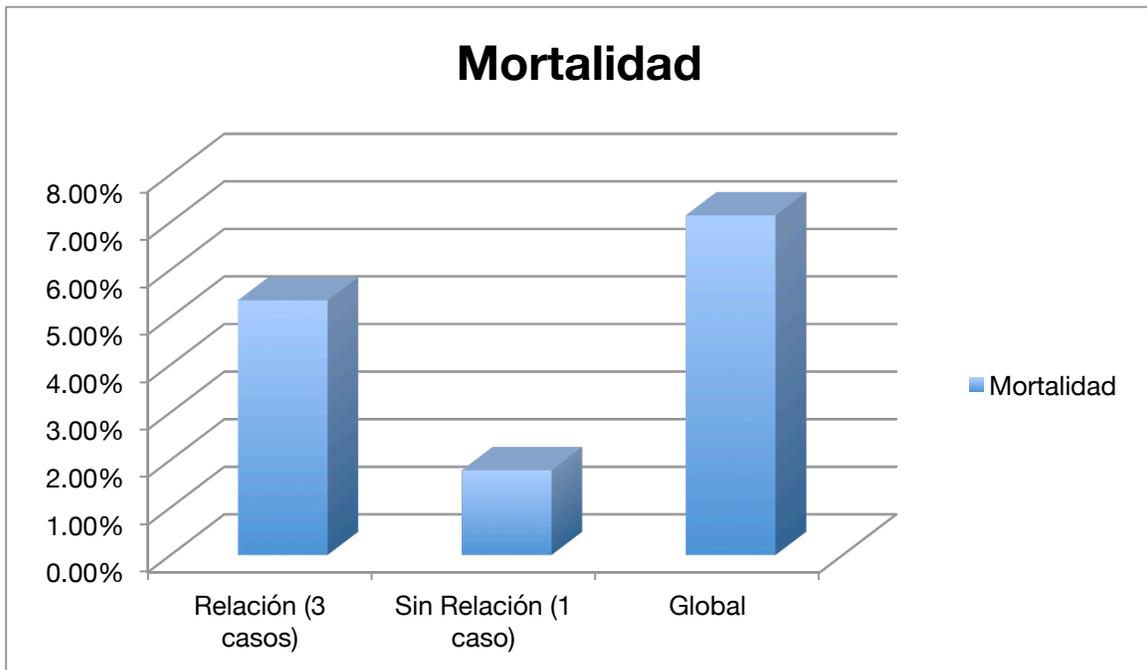
talámico, 1 infección de herida quirúrgica (7.6%) con neuroinfección, 1 dehiscencia de herida (7.6%) a los 4 meses del postoperatorio (*Tabla 1*).

COMPLICACIÓN	PACIENTES	PORCENTAJES	PRESENTACIÓN
LESIÓN III NC	6	46.1%	TEMPRANA
LESIÓN NCB	5	38.4%	TEMPRANA
HEMIPARESIA	3	23%	TEMPRANA
DETERIORO GCS	3	23%	TEMPRANA
INFARTOS	2	15.3%	TEMPRANA
VASOESPASMO	1	7.6%	TEMPRANA
FÍSTULAS DE LCR	2	15.3%	TARDÍA
INFARTOS	2	15.3%	TARDÍA
INFECCIÓN HERIDA	1	7.6%	TARDÍA
DEHISCENCIA HERIDA	1	7.6%	TARDÍA

Tabla 1. Muestra las principales complicaciones presentes en los pacientes operados, divididos en número de pacientes y porcentajes, así como su presentación.

Se documentó una tasa global de mortalidad de (7.14%) (4 casos), de las cuales 3 causas de muerte se relacionaron con la patología de base o el procedimiento quirúrgico (5.35%) siendo las siguientes: 1 neuroinfección a los 45 días del procedimiento, 2 por complicaciones en el procedimiento, con infarto cerebral y edema cerebral, 1 presentó ruptura transoperatoria del aneurisma y murió a los 9 días de postoperado, el segundo a los 12 días posteriores al procedimiento. 2 causas de muerte sin relación al procedimiento (3.57%) por IRC e IAM (*Gráfica 5*). De los pacientes fallecidos, 3 tenían un grado IV de la escala de Fisher (60%), 1 (20%) con II y 1 (20%) III. Su estadio clínico se clasificó con

Hunt y Hess IV en dos casos (40%), 1 con HH III (20%) (los 3 con Fisher IV), y 1 caso (40%) con HH de II.



Gráfica 8. Muestra la tasa global de mortalidad. Se hace una diferencia entre los casos relacionados y los no relacionados con el procedimiento o la patología vascular.

24-DISCUSIÓN.

Desde que la época del microscopio revolucionó la neurocirugía hace 40 años, el clipaje microquirúrgico de los aneurismas ha sido el pilar en el tratamiento, así mismo las malformaciones arteriovenosas tuvieron un cambio radical en su tratamiento con el refinamiento de las técnicas microquirúrgicas y endovasculares. Con el paso de los años, se han desarrollado nuevas técnicas microquirúrgicas e incluso, han mejorado; también, se ha innovado en instrumental microquirúrgico y se ha modificado.

Los aneurismas de la circulación anterior y principalmente los de la circulación posterior ; así como las malformaciones arterioveosas representan todo un reto microquirúrgico y un mayor índice de morbi-mortalidad trans y postoperatoria con el tratamiento quirúrgico, esto debido a su localización, forma de presentación y a que son lesiones de difícil acceso, además, en ocasiones requieren de abordajes quirúrgicos más extensos, esto dificulta su visualización por medio de las correderas quirúrgico-anatómicas; en la literatura se menciona que son éste tipo de lesiones son las que tienen mayor indicación de tratamiento endovascular, evitando los riesgos de una cirugía abierta, tanto transoperatorios como postquirúrgicos, con menor porcentaje de morbi-mortalidad y mejores resultados clínicos según la literatura mundial. Se cuenta con diferentes modalidades para el manejo de éstas lesiones, como la observación, el tratamiento quirúrgico y la terapia endovascular. El tipo de manejo empleado dependerá del tipo y forma de la lesión, su localización, tamaño, edad

de presentación, forma de presentación y si existen antecedentes de aneurismas en el paciente, así como si representa una lesión de novo o residual.

En nuestro hospital la mayoría de los pacientes con aneurismas cerebrales de circulación anterior y posterior se han sometido a manejo quirúrgico, mediante técnicas híbridas (microcirugía con apoyo de tratamiento endovascular) hemos mejorado los resultados clínicos, así como disminuir la tasa de morbimortalidad, además de esto con el uso de la angiografía transoperatoria con sustracción digital ha sido una herramienta muy valiosa para la detección de aneurismas residuales, compromiso del vaso o para el tratamiento del vasoespaso, con lo cual se puede tomar las acciones necesarias durante la cirugía y evitar con ello una nueva reintervención, disminuyendo notablemente las comorbilidades postoperatorias y mejorando el resultado funcional; la estadística presentada en este Centro Médico Nacional con respecto a la tasa de estas patologías cerebrovasculares se encuentra ligeramente baja respecto a la documentada en la literatura mundial representando un 3.5% vs 5-10% de los reportes mundiales, sin embargo, esto puede ser resultado de que no todos los aneurismas, principalmente, los de circulación posterior son quirúrgicos, así como las malformaciones arteriovenosas que cuentan con un SM V son candidatos a tratamiento quirúrgico y, por lo tanto, no logran ingresar a nuestro servicio, ya que documentamos únicamente los pacientes sometidos a procedimiento quirúrgico.

El género femenino fue el más afectado por esta patología, con un promedio de edad de 55 años, coincidiendo con reportes de otros hospitales en esta entidad patológica.

La morbilidad postoperatoria se mantiene alta en nuestro Hospital, incluso en niveles mucho mayores que los documentados en otros centros, siendo consecuencia muy probable de que nuestro hospital es de concentración, y los pacientes referidos se encuentran en estadios clínicos avanzados, en malas condiciones neurológicas, con HSA de grados altos como Fisher III y IV, clínicamente en Hunt y Hess IV y V, a quienes a pesar de su condición, se les ofrece manejo quirúrgico, sin embargo, no podemos considerar ésta situación como una justificación a éstos índices altos de morbilidad y es necesario considerar una mejor selección de los pacientes tomando en cuenta el tipo de aneurisma, tamaño, localización, edad y condición clínica para ofrecer el tipo de tratamiento adecuado en cada caso, mejorando de ésta forma los índices de morbi-mortalidad hospitalaria.

De igual forma, la mortalidad relacionada con el procedimiento quirúrgico o la patología vascular persiste elevada con un 23% de los pacientes, por lo que consideramos que la estrategia óptima de tratamiento se deberá elegir por neurocirujanos y cirujanos endovasculares para seleccionar la técnica de oclusión que sea mejor para el paciente y para el tipo de aneurisma. La decisión de realizar una cirugía requiere de una adecuada valoración y evaluación de éstos riesgos operatorios.

En cuanto a las técnicas utilizadas para el abordaje para realizar la angiografía transoperatoria encontramos que la vía femoral es la opción mas rápida y que menos complicaciones presenta, similar a lo reportado en otras series, sin embargo, esto se debe individualizar a cada paciente, al tipo de aneurisma o lesión vascular que se trate.

Las tres técnicas demostraron tener una tasa baja de complicaciones y tiempos de ejecución que en promedio no retrasan el abordaje hacia la lesión a tratar. Las tres vías resultan útiles y deben ser estandarizadas según lo mencionado, tal como reportaron otros autores en la literatura revisada, así mismo se sugiere utilizar la vía que mas domine el cirujano, de más fácil acceso y contar con el recurso necesario para su realización.

Se ha comentado que los centros de concentración y los neurocirujanos especializados con experiencia en cirugía cerebrovascular y endovascular ofrecen mejores resultados y menores complicaciones. Sin embargo, se encuentran estrechamente ligados los resultados postoperatorios con el tipo de hospital, siendo éste un hospital escuela, la rapidez en el diagnóstico, el estadio clínico del paciente a su ingreso y la adecuada selección del tratamiento.

Consideramos importante la realización y conformación de abordajes multidisciplinarios, apoyados de un estudio angiográfico transoperatorio por las vías descritas en éstos pacientes para lograr óptimos resultados postquirúrgicos y disminuir la tasa de morbi-mortalidad en nuestro hospital.

25-CONCLUSIONES.

Por medio de éste trabajo observamos que la angiografía transoperatoria con sustracción digital resulta una herramienta útil para la detección de aneurismas residuales durante el clipaje de aneurisma , así como para evitar compromiso de un vaso sano durante el clipaje y tratamiento del vasoespasmó. Es una herramienta útil que se debe estandarizar según la patología del paciente y en su vía de acceso para su realización no se observó complicaciones importantes y no se requiere una inversión importante de tiempo y/o recursos para su realización.

Se ha determinado una importante correlación entre la determinación de la escala de rankin de ingreso y los resultados clínicos posteriores, identificando una relación inversamente proporcional entre el rankin de ingreso y los resultados clínicos postoperatorios.

Es importante la adecuada valoración preoperatoria de los casos, individualizando cada uno de éstos para determinar al mejor tratamiento, tomando en cuenta la localización del aneurisma y la MAV, el tamaño, la edad del paciente y el estadio clínico, y así, ofrecer a cada paciente el tipo de terapia ideal en cada caso y obtener mejores resultados posteriores al manejo. Además, la estrategia óptima de tratamiento se deberá elegir de forma conjunta por neurocirujanos y especialistas en terapia endovascular para seleccionar la técnica de oclusión que sea mejor para el paciente y para el tipo de aneurisma

26-BIBLIOGRAFIA.

1. Christiano B , Jan Jakob A , Concezio D. Aneurysms:European Manual of Medicine, Neurosurgery. Munich/Dusseldorf, Alemania: Springer; 2010;3:181-194
2. Gravin W, Britz H , Richard W. The Natural History of Cerebral Aneurysms. Filadelfia, Filadelfia, EUA: Elsevier Saunders; 2011.360;3:3737-3746
3. Quiñones Hinojosa A , Vikram V. Nayar E, et al. Management of Unruptured Intracranial Aneurysms. Schmidek & Sweet Operative Neurosurgical Techniques: Indications, Methods, and Results. Filadelfia, Filadelfia, EUA: Elsevier Saunders; 2012. 68;1:812- 822
4. Mark S , Greenberg. SAH and aneurysms. Handbook of Neurosurgery.. Tampa, Florida, EUA: Thieme: 2010.30;1:1034-1097
5. Richard W , Amos K. Ladouceur G. Genetics of Intracranial Aneurysms.Youmans Neurological Surgery. Filadelfia, Filadelfia, EUA: Elsevier Saunders; 2011.359;4:3730-3736
6. Lawton M ,Winn R, LeRoux R. Surgical Approaches to Intracranial Aneurysms. Youmans Neurological Surgery.Filadelfia, Filadelfia, EUA: Elsevier Saunders; 2011.365;4:3801-3823
7. Winn R, Chang G,Ogilvy C. Microsurgery of Vertebral Artery, Posterior Inferior Cerebellar Artery, and Vertebrobasilar Junction Aneurysms. Filadelfia, Filadelfia, EUA: Elsevier Saunders; 2011. 371;4:3871- 3885

8. Winn R, Bernard R, Bendok L, Daniel L. Microsurgery of Basilar Apex Aneurysms. Youmans Neurological Surgery. Filadelfia, Filadelfia, EUA: Elsevier Saunders; 2011.374;4: 3894-390
9. Mohr J, Stein B, Pile-Spellman J. Arteriovenous malformation, Stroke: Pathophysiology, diagnosis, and management .Philadelphia: Churchill Livingstone, 1998;3:725-50
10. Choi J, Mohr J. Brain arteriovenous malformations in adults. Lancet Neurol 2005; 4:299-308.
11. Miyasaka Y, Kurata A, Irikura K. The influence of vascular pressure and angiographic characteristics on haemorrhage from arteriovenous malformations. Acta Neurochir 2000.142;39:370-3
12. Miyasaka Y, Yada K, Kurata A. Correlation between intravascular pressure and risk of hemorrhage due to arteriovenous malformations. Surg Neurol 1993;39:370-3.
13. Ericson K, Söderman M, Karlsson B, Guo WY, Lindquist C. Multiple intracranial arteriovenous malformations: a case report. Neuroradiology 1994;36:157-9.
14. Schlachter LB, Fleischer AS, Faria M. Multifocal intracranial arteriovenous malformations. Neurosurgery 1980;7:440-4.
15. Willinsky R, Lasjaunias P, Terbrugge K, et al. Multiple cerebral arteriovenous malformations. Neuroradiology 1990;32:207-10.
16. Yuval Y, Lerner A, Lipitz S. Prenatal diagnosis of vein of Galen aneurysmal malformation: report of two cases with proposal for prognostic indices. Prenat Diagn 1997;17:972-7.
17. Yasargil M, Marin M. Microneurosurgery. New York: Thieme-Stratton, 1987;3:23-

18. Stapf C, Mohr J. New concepts in adult brain arteriovenous malformations. *Curr Opin Neurology* 2000;13:63-67.
19. Abdulrauf S, Malik G, Awad I. Spontaneous angiographic obliteration of cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1999;44:280-8.
20. Stapf C, Labovitz D, Sciacca R, Mast H. Incidence of adult brain arteriovenous malformation haemorrhage in a prospective population-based stroke survey. *Cerebrovascular Dis* 2002;13:43-6.
21. Spetzler R, Martin N. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1986;65:476-83.
22. Hartmann A, Mast H, Mohr JP. Morbidity of intracranial haemorrhage in patients with cerebral arteriovenous malformation. *Stroke* 1998;29:931-4.
23. A randomised trial of unruptured brain arteriovenous malformations. www.arubastudy.org (accesada en mayo 26, 2008).
24. Pollock BE, Flickinger JC. A proposed radiosurgery-based grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2002;96:79-85..
25. Weiner IH, Azzato NM, Mendelsohn RA: Cerebral angiography: A new technique—Catheterization of the common carotid artery via the superficial temporal artery. *J Neurosurg* 15:618–626, 1958.
26. Max C Lee, R Loch Mc Donald : Intraoperative Cerebral Angiography : Superficial Temporal Artery: Method and results, *Neurosurgery* 53 : 1067-1065 ; 2005.
27. Drake CG, Vanderlinden RG: The late consequences of incomplete surgical treatment of cerebral aneurysms *J Neurosurg* 27:226–238, 196

28. Le Roux PD, Elliott JP, Eskridge JM, et al: Risks and benefits of diagnostic angiography after aneurysm surgery a retrospective analysis of 597 studies. *Neurosurgery* 42:1248–1255, 1998
29. Rauzzino MJ, Quinn CM, Fisher WS III: Angiography after aneurysm surgery: indications for “selective” angiography. *Surg Neurol* 49:32–41, 1998
30. Macdonald RL, Wallace MC, Kestle JRW: Role of angiography following aneurysm surgery. *J Neurosurg* 79: 826– 832, 1993
31. Gordon Tang, M.D., c. Michael cawley, M.D., Jacques e. dion, m.d: Intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective evaluation of efficacy. *J Neurosurg* 96:993–999, 2002.
32. Alexander TD, Macdonald RL, Weir B, et al: Intraoperative angiography in cerebral aneurysm surgery: a prospective study of 100 craniotomies. *Neurosurgery* 39:10–18, 1996
33. Origitano TC, Schwartz K, Anderson D, et al: Optimal clip application and intraoperative angiography for intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 51:117–128, 1999
34. Sekhar LN, Bucur SD, Bank WO, et al: Venous and arterial bypass grafts for difficult tumors, aneurysms and occlusive vascular lesions: evolution of surgical treatment and improved graft results. *Neurosurgery* 44:1207–1224, 1999.
35. Heros RC: Comment on Alexander TD, Macdonald RL, Weir B, et al: Intraoperative angiography in real aneurysm surgery: a prospective study of 100 craniotomies. *Neurosurgery* 39:10–18, 1996
36. Payner TD, Horner TG, Leipzig TJ. Role of intraoperative angiography in the surgical treatment of cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 88:441–448, 1998

37. Tsuyoshi I , Kyouichi S, Yoichi Watanabe. Intra-arterial Fluorescence Angiography with Injection of Fluorescein Sodium from the Superficial Temporal artery during Aneurism Surgery : Technical Note. *Neurol Med Chir* 54, 490-496 , 2014.
38. Shigetaka A, Takashi H, Ryuichiro T. Intraoperative angiography in the resection of arteriovenous malformations. *J Neurosurgery* 80, 73-78 , 1994.
39. Lopez KA ,Waziri AE, Granville R, et al :Clinical usefulness and safety of routine intraoperative angiography for patients and personnel. *Neurosurgery* 61, 724-729 , 2007.
40. Washington MD, Gregory J, Zipfel MD. Comparing indocyanine green videoangiography to the gold standart of intraoperative digital subtraction angiography used in aneurym surgery. *J Neurosurgery* 118, 420-427 , 2013.
41. Colin P , Christopher J , De Whitte T. Intracranial Aneurysm: Anatomic factors that predict the usefulness of Intraoperative Angiography. *Radiology* 205, 335-339 , 1997.
42. Balamurugan S , Abhishek A, Yoko K. Intra operative indocyanine green video-angiography in cerebrovascular surgery: An overview with review of literature. *Asian Journal of Neurosurgery* 6 , 88-93 , 2011.
43. William R , Thomas J , Wajd N. Intraoperative angiography does not lead to increased rates of surgical site infections. *J NeuroIntervent Surg* 7:744–747. 2015
44. Friedman J. Intraoperative angiography should be standard in cerebral aneurysm surgery. *BMC Surgery* 9 , 7-15, 2009.

45. Katz J Gologorsky Y, Tsiouris A. Is routine intraoperative angiography in the surgical treatment of cerebral aneurysms justified? A consecutive series of 147 aneurysms. *Neurosurgery* ;58 , 719-27, 2006.
46. Nanda A , Willis B , Vannemreddy P. Selective intraoperative angiography in intracranial aneurysm surgery: intraoperative factors associated with aneurysmal remnants and vessel occlusions. *Surg Neurol*.58, 309-314 , 2002.