



**“Benemérita Universidad Autónoma de Puebla”**

**Facultad De Medicina**

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los  
Poderes del Estado de Puebla

**“CORRELACIÓN DE HALLAZGOS EN LA EVALUACIÓN DE LAS  
ESTRUCTURAS DEL CÍRCULO DE WILLIS MEDIANTE ANGIOTOMOGRAFÍA  
Y RESONANCIA MAGNÉTICA CON SECUENCIA 3D TOF”**

Tesis presentada para obtener el grado de Especialidad en Imagenología  
Diagnóstica y Terapéutica

**Presenta**

Dr. Omar Avila Rosas.

**Asesor Experto**

Dr. Juan de Dios Meza García

**Asesor Metodológico**

Dr. Miguel Ángel Martínez Romero

Heroica Puebla de Zaragoza, noviembre de 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

Dios, tu amor y bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son el resultado de tu ayuda, y cuando caigo me pones a prueba; aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones enfrente mío para que mejore como ser humano y crezca de diversas maneras.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti, que esta meta está cumplida.

Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

Cada momento vivido durante estos años, son simplemente únicos, la oportunidad de que cada mañana puedo empezar de nuevo sin importar la cantidad de errores y faltas cometidas durante el día anterior.

El amor recibido, la dedicación y la paciencia, con la que cada día se preocupaba mi madre por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mi madre por ser la principal promotora de mis sueños, gracias a ella por confiar, por creer en mí y en mis expectativas, gracias por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, por esas agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés eran para mí como agua en el desierto.

Gracias a Dios por la vida de mi madre, también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de ella, que es la que más me ama y a la que yo sé que amo más en esta vida, gracias a Dios por permitirme amar a mi madre y gracias a mi madre por permitirme conocer a Dios y su infinito amor.

La vida puede ser dura, el pasar por los caminos de esta puede ser y parecer faltar de piedad, pero la realidad es que el mérito de terminar con éxito esta, es un privilegio que solo aquellos que con fe, amor y pasión lucharon: podrán disfrutar.

Este fue el caso de mi abuelo, un hombre dedicado y luchador por su familia, una admirable persona que entrego y entrega todo por los que ama, ese es mi abuelo; durante el desarrollo y la realización de esta tesis, él fue un pilar muy importante, tanto en inspiración como en fuerza para cada día despertarme con ganas de alcanzar el éxito y luchar por cada una de mis metas, sueños y anhelos.

Gracias a Dios por permitirme conocer a mi abuelo, gracias por poder vivir y disfrutar la vida a su lado, gracias a él porque cada día me enseña algo nuevo, gracias por enseñarme a disfrutar cada detalle de la vida, gracias por creer en mí.

La vida es hermosa, y una de las principales características de esta hermosura es que, la podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestra vida; por esto mismo, mediante estos agradecimientos, quiero exaltar la labor de todos mis amigos, todos aquellos que estuvieron presentes durante toda o la mayor parte de la realización y el desarrollo de esta tesis, gracias a aquellos que con respeto y decencia realizaron aporte a esta, gracias a todos.

## Índice

- I. Introducción  
Pág. 2
- II. Marco Teórico.
  - 2.1 Antecedentes
    - 2.1.1 Generales
    - 2.1.2 Específicos
  - 2.2 Justificación
  - 2.3 Planteamiento del problema
  - 2.4 Hipótesis
  - 2.5 Objetivo General
  - 2.6 Objetivos Específicos
- III. Material y Métodos
  - 3.1 Diseño
  - 3.2 Objetivos y tipo de investigación
    - 3.2.1 Delimitación de tiempo y espacio
    - 3.2.2 Definición del universo
    - 3.2.3 Definición de las unidades de observación
    - 3.2.4 Definición del grupo control
    - 3.2.5 Criterios de Inclusión
    - 3.2.6 Criterios de Exclusión
    - 3.2.7 Criterios de Eliminación
    - 3.2.8 Tamaño de muestra
    - 3.2.9 Método de recolección y selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información
    - 3.2.10 Análisis de datos
    - 3.2.11 Definición de las variables y unidades de medida y operacionalización
    - 3.2.12 Recursos
- IV. Cronograma de actividades
- V. Bioética
- VI. Resultados
- VII. Discusión
- VIII. Conclusión
- IX. Bibliografía.
- X. Anexos

## **RESUMEN**

El análisis sobre las características anatómicas de las arterias cerebrales se centra en su investigación en sus trayectos en condiciones normales, tanto en estudios de imagen convencionales como las angiografías, como en las realizadas por Tomografía Computada, también conocida como AngioTC y en las realizadas por IRM angio-RM. Las variedades anatómicas y malformaciones arteriovenosas suelen mostrar en mayor proporción características identificables que permiten ser identificadas unas de las otras.

La Resonancia Magnética se ha convertido en uno de los métodos diagnósticos más importantes de todos los concebidos hasta el momento. Los beneficios obtenidos por este método es que no utiliza radiación, es un método no invasivo, no requiere sedación, no utilizamos medio de contraste para la obtención de imágenes para la evaluación del sistema arterial y venoso y se obtiene una mejor resolución de imagen.

## **OBJETIVOS**

Identificar las variantes morfológicas y patología vascular dentro del Circulo arterial de Willis a través de Imagen por resonancia magnética con la secuencia 3D TOF y AngioCT.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se incluyeron a todos los pacientes de cualquier género y edad que acudan a realizarse una Angiotomografía de Cráneo y que Acepte participar en el protocolo de investigación.

## **MUESTREO.**

Pacientes con indicación para realizar angiotomografía de cráneo de cualquier edad y genero. Asimismo se acepto cualquier diagnostico de envío relacionado con patología vascular.

## **VARIABLES:**

Edad, Sexo, Síntomas, Características Morfológicas encontradas.

### **MÉTODO ESTADÍSTICO**

Estadística descriptiva para variables cualitativas, expresadas en graficas y porcentajes.

### **CONCLUSIONES:**

En el presente estudio se logró correlacionar los hallazgos encontrados en estudios de AngioCT y secuencia 3D TOF en Resonancia Magnética en encéfalo, específicamente en estructuras vasculares del circulo de Willis.

Se concluyó que a pesar de que los dos métodos de estudio tienen una sensibilidad y especificidad similar el uno con el otro para detectar lesiones, variantes anatómicas y patología vascular dentro del circulo de Willis, el estudio con secuencias de resonancia magnética ofrece una mejor resolución en la imagen para el diagnostico, un mapeo mucho mas extenso de las estructuras vasculares, es mucho mas rápido y reproducible, y no necesita de la administración de medio de contraste endovenoso.

## **INTRODUCCIÓN**

La caracterización de los aspectos anatómicas de las arterias cerebrales se se basa en la investigación de sus condiciones normales, tanto en estudios angiográficos convencionales, como en Angiografía por Tomografía Computada, también conocida como Angiotomografía y en la Angiografía por Resonancia Magnética o Angioresonancia. Las variantes anatómicas y malformaciones arteriovenosas suelen manifestar frecuentemente características identificables que permiten ser reconocidas unas de las otras.

### **1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS**

Los primeros registros acerca de estudios basados en la opacificación de vasos sanguíneos intracraneanos se realizaron por Antonio Caetano de Abreu Freire, neurólogo portugués también conocido como Egas Moniz. Estos estudios incluyeron el uso de radiografías simples de cráneo con posterior inyección de bromuros; técnica que, como era de esperarse, no produjo resultados favorables(1). Posteriormente se pasó a la jeringa carotidea directa de bromuros, en cuyos primeros pacientes solamente indujo dolor de cabeza, sin opacificación cerebral alguna. En la Academia de Espécimen de Lisboa, donde se lograban obtener cadáveres para experimentación, no había disponibilidad de equipos de rayos X. por lo que Egas Moniz corto a los cadáveres para poder llevar las cabezas en cajas hasta su botica, lugar donde hacía las inyecciones y las radiografías (1).

Posteriormente de obtener de esta forma la opacificación de la circulación cerebral, continuó su ensayo en pacientes. Después de muchos intentos , logró una perfecta opacificación de los vasos, a pesar de el paciente tratado sufrió una trombosis, y luego falleció. Este logro le llevó a verificar su técnica; no suspendió los aprendizajes en pacientes, sin embargo, cambió de material, escogiendo los ioduros, debido a su mayor cifra atómica. A pesar de usar un equipo en el que

únicamente se podían tomar hasta tres radiografías cambiándolas en forma manual, logró demostrar la circulación cerebral de esta manera.

A medida que se actualizan los métodos de imagen, es posible evitar un estudio invasivo como la angiografía, remplazándola en algunos casos por la angiotomografía, siempre y cuando se cuente con un protocolo establecido que asegure una completa opacificación vascular, así como que el equipo de Tomografía cuente, como mínimo, con 16 detectores. Con los equipos de 64 detectores se logran mismos estudios con una mucho mayor definición, y a su vez evitan la superposición de las reconstrucciones vasculares en los diferentes cortes; lo cual puede ser de vital importancia al momento de planear un abordaje quirúrgico adecuado(1).

Las imágenes obtenidas mediante la imagenología son de gran apoyo, dentro de las cuales sobresale la angiotomografía cerebral, que es reconocida como el estudio preferido para el análisis de los vasos sanguíneos apoyado con el uso de un medio de contraste. Por esta razón la angiotomografía computarizada cerebral, detecta diversas patológicas cerebrales que afecten los vasos arteriales.

A su vez, en la actualidad existen métodos de imagen que brindan mayor exactitud diagnóstica, ofreciendo mayor resolución de imagen como lo es la angiografía por resonancia magnética (ARM), la cual es considerada como la primera opción para el diagnóstico de cualquier tipo de enfermedad vascular. Debido a las imágenes obtenidas nos ayuda a determinar con precisión el grado y la extensión de las obstrucciones arteriales, en 3D aunado a que se evita el utilizar radiaciones ionizantes ni medios de contraste iodado intravascular, permitiendo sustituir técnicas más invasivas, así como evitar posibles reacciones alérgicas.

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANATOMÍA CEREBRAL NORMAL.**

El cerebro, conocido también como encéfalo es la parte más superior e importante del SNC, que conjuntamente con la medula espinal, se encuentra constituido por sustancia gris y por sustancia blanca; protegido por 3 membranas denominadas meninges. El encéfalo y la Medula Espinal están protegidos por estructuras óseas, las cuales son la bóveda craneana y la columna vertebral respectivamente.

El sistema nervioso central es un órgano complejo que se encarga de percibir los estímulos externos, así como transmitir las señales al sistema nervioso periférico y al sistema locomotor.

#### **ENCEFALO:**

El encéfalo se encuentra separado de estructuras óseas por estructuras llamadas meninges las cuales se encuentran estructuradas de adentro hacia afuera en: Piamadre, Aracnoides y Duramadre, las cuales forman tres espacios virtuales:

- Espacio Extradural que esta comprendida entre el hueso y la duramadre.
- Espacio Subdural que esta comprendida entra la duramadre y la aracnoides.
- Espacio Subaracnoideo que esta comprendida entre la aracnoides y la piamadre.

Para el estudio anatómico del cerebro y de sus estructuras topográficas se le divide en las siguientes que son: Proencefalo o cerebro anterior, Mesencéfalo o cerebro medio y Rombo encéfalo o cerebro posterior<sup>(12)</sup>.

#### **PROENCEFALO O CEREBRO ANTERIOR**

Este se divide en Telencéfalo y Di encéfalo.

a) TELENCEFALO

El telencéfalo esta conformado por los hemisferios cerebrales, así como por su corteza, los cuales están subdivididos por cisuras, de las que se pueden identificar las cisuras de Silvio y de Rolando que dividen al encéfalo en los siguientes Lóbulos: Frontal , Occipital, Parietal y Temporal.

Cuenta con dos componentes neurales : la sustancia Gris (Externa) y sustancia Blanca (interna) que contiene a los ganglios basales.

b) DIENCEFALO

Se encuentra constituido por el tálamo, cuerpos geniculados, Epitalamio, Subtálamo e hipotálamo.

### **MESENCÉFALO O CEREBRO MEDIO**

Se encuentra constituido por los tubérculos cuadrigéminos los cuales son cuatro, dos en la parte superior y anteriores íntimamente relacionados con la visión; y dos inferiores o posteriores asociados con los fenómenos auditivos ; y analiza la información entre el Rombencefalo y el Proencéfalo<sup>(12)</sup>.

### **ROMOBENCEFALO O CEREBRO POSTERIOR**

En su interior se encuentra el cerebelo el cual se encarga del control de la energía muscular y su estabilidad; La Protuberancia también conocido como puente de Varolio, Bulbo raquídeo o llamado también Medula oblonga regula las funciones básicas como lo son la circulación sanguínea a través de corazón y respiración.

## **1.2 ANATOMIA ARTERIAL CEREBRAL NORMAL.**

Las estructuras arteriales cerebrales en su conformación anatómica son bastante complicadas y están conformadas por múltiples conexiones y variantes anatómicas; sus principales estructuras proveen ramas que penetran el encéfalo en todas sus porciones. La irrigación del encéfalo se encuentra constituido por dos sistemas arteriales principales: el sistema arterial carotideo y el sistema vertebro basilar, correspondientes a la circulación anterior y circulación posterior respectivamente.

Para fines académicos daremos un repaso de la anatomía vascular normal cerebral, centrando nuestro estudio en el círculo o polígono de Willis, por ser el lugar mas frecuente para la localización de los aneurismas cerebrales, y uno de los temas centrales de nuestro trabajo de investigación. A continuación, reportaremos los aspectos importantes de esta estructura vasculares, tales como su integración, relaciones y ramas principales<sup>(12)</sup>.

### **2.2.1 POLIGONO DE WILLIS**

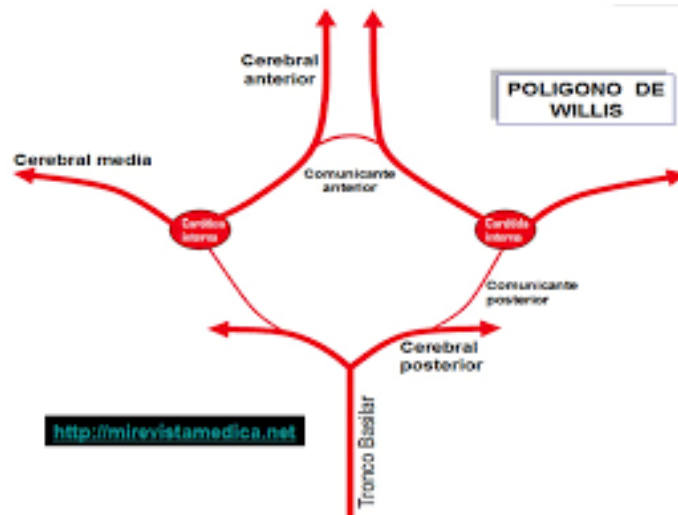
También llamado circulo de Willis, es la gran estructura anatómica en forma de anillo anastomotico el cual se encuentra a nivel de la base cerebral que une las circulaciones anteriores de ambos hemisferios con el sistema vertebro basilar, este aporta la mayoría de la fuente de flujo colateral del encéfalo y presenta variantes normales en su composición además de algunas anomalías<sup>(14)</sup>.

### **2.2.2 ANATOMIA MACROSCOPICA DEL POLIGONO DE WILLIS**

El círculo de Willis no es realmente un círculo, sino un polígono de nueve lados. Un polígono completo, es decir, aquel que no presenta variantes o anormalidades, consta de 10 componentes:

- 2 arterias carótidas internas (ACI)

- 2 segmentos proximales de Arteria Cerebral Anterior (ACA) o A1
- 1 arteria comunicante Anterior (AcoA)
- 2 arterias comunicantes Posteriores (AcoP)
- 1 Arteria basilar (AB)
- 2 segmentos proximales de arteria cerebral Posterior (ACP) o P1



### 2.2.3 VARIANTES NORMALES Y ANOMALIAS DEL POLIGONO.

Las variantes anatómicas de esta estructura arterial se presentan de manera muy frecuente, en especial en la región posterior. Las Arterias comunicantes posteriores son el lugar más común de estas variantes. Un Polígono de Willis íntegro, con sus componentes simétricos bien desarrollados se encuentra, en menos de la mitad de los pacientes pertenecientes al estudio, y hasta un 60% de los pacientes analizados presentan circulación completa con uno o varias estructuras lo suficientemente estrechas provocando circulación colateral como ruta de acceso. Estas variantes son;

Tipo 1.- El círculo de Willis presenta una forma asimétrica con un segmento de menor calibre que el otro.

Tipo 2.- El Círculo de Willis presenta simetría, pero todas las estructuras anatómicas muestran calibre reducido.

Tipo 3.- El Círculo de Willis presenta Hipoplasia unilateral del segmento A1 de la ACA.

Tipo 4.- El Círculo de Willis presenta hipoplasia unilateral del segmento P1 de la ACP.

Tipo 5.- El Círculo de Willis presenta hipoplasia bilateral del segmento P1 de la ACP.

Tipo 6.- El Círculo de Willis presenta hipoplasia unilateral del segmento P1 de la ACP. con hipoplasia unilateral del segmento A1 de la ACA en el mismo lado.

Tipo 7.- El Círculo de Willis presenta hipoplasia unilateral del segmento P1 de la ACP con hipoplasia contralateral del segmento A1 de la ACA.

Tipo 8.- El Círculo de Willis presenta hipoplasia bilateral del segmento P1 de la ACP con hipoplasia del segmento A1 de la ACA.



Figura No. 2. Círculo arterial de la base craneal íntegro.



Figura No. 3. Hipoplasia de ambas arterias comunicantes posteriores.

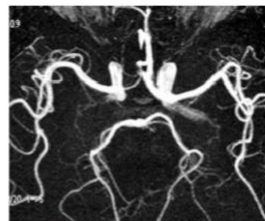


Figura No. 4. Hipoplasia de ambas arterias comunicantes posteriores y de la porción A1 de la arteria cerebral anterior derecha.



Figura No. 8. Variante Tipo 7. Hipoplasia de A1 izquierda y de la comunicante posterior derecha.

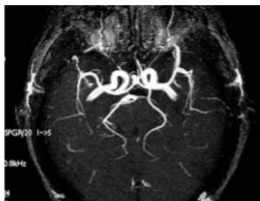


Figura No. 5. Variante Tipo 4. Hipoplasia de la arteria comunicante posterior derecha y de la porción P1 de la arteria cerebral posterior izquierda.



Figura No. 6. Variante Tipo 5. Hipoplasia de la porción P1 de ambas arterias cerebrales posteriores.

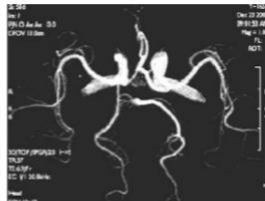


Figura No. 7. Variante Tipo 6. Hipoplasia de la porción P1 de la arteria cerebral posterior derecha, de la porción A1 de la arteria cerebral anterior izquierda y de la comunicante posterior izquierda.

Al contrario de las variantes dentro del polígono de Willis, la patología es rara y se encuentra asociada a una prevalencia alta de aneurismas y otras enfermedades, tal como indica el siguiente cuadro:

<b>PRINCIPALES ANOMALIA EN EL POLIGONO DE WILLIS</b>	<b>PATOLOGIA ASOCIADA</b>
<b>Origen infra óptico de la ACA</b>	Aneurismas
<b>ACA ácidos</b>	Aneurismas, holoprocencéfalia ( AcoP ausente)
<b>Persistencia de anastomosis carotideo-basilares</b>	Arteria trigeminal persistente

### **2.2.3.1 DESARROLLO NORMAL DEL POLIGONO DE WILLIS.**

Para poder comprender en la totalidad la forma en la que se desarrolla el círculo de Willis tenemos que comprender, la circulación anterior y la posterior <sup>(14)</sup>.

#### **✓ CIRCULACION ANTERIOR Y SUS RAMAS PRINCIPALES.**

La estructura fundamental de la circulación anterior esta dada por las Arterias Carótidas Internas las cuales otorgan el ciclo sanguíneo a la zona anterior de cerebro. Su origen esta dado en la altura del ángulo del maxilar inferior, en las arterias carótida común derecha (la cual nace del tronco braquiocefálico) e izquierda (que nace directamente del arco aórtico), estas dan lugar a las arterias carótidas interna y externa. Las Arterias Carótidas primitivas se dividen a su vez en craneal y otra caudal<sup>(4)</sup>.

DIVISION CRANEAL DE LA ARTERIA CAROTIDA INTERNA: Está provee las siguientes ramas;

- Arterias Olfatorias primitivas.
- Arterias cerebrales Anteriores (ACA)
- Arterias Coroideas Anteriores.
- Arteria cerebral media.
- Arteria comunicante Anterior (AcoA)

La Arteria comunicante Anterior esta constituida por la red vascular plexiforme, que se une en la línea media y conecta el desarrollo de las dos ACA.<sup>(4)</sup>

#### ✓ **CIRCULACION POSTERIOR Y SUS RAMAS PRINCIPALES.**

Las arterias Vertebrales igualmente conocidas como arterias neurales longitudinales, proveen de sangre a la porción posterior del encéfalo y son parte del sistema vertebro bacilar. La primera porción de las arterias subclavias las origina, pero en varios pacientes pueden originarse a partir de la arteria Aorta. Las arterias Vertebrales recorren cranealmente por dentro de los orificios de los procesos transversos de las 6 primeras vertebrales cervicales. Después de pasar estos orificios dan la vuelta medialmente para incidir en el cráneo a través del foramen magno, atravesando las meninges hasta alcanzar el espacio Subaracnoideo y localizarse a cada lado de la cara ventral del bulbo raquídeo, lateralmente a las pirámides.

DIVISION CAUDAL DE LA ARTERIA CAROTIDA INTERNA: Las misma se une con las arterias vertebrales y dan lugar a las siguientes ramas ;

- Arterias colaterales para la medula.
- Arteria Basilar.
- AcoP
- Segmento pre comunicante de las ACP

Las dos arterias Vertebrales se unen en la línea media para dar lugar a la formación de la arteria Basilar, una vez que la circulación vertebro basilar madura, se fusiona con las Arterias Cerebrales Posteriores a la circulación anterior por medio de las comunicantes posteriores, y así de esta manera cerrando así el polígono de Willis<sup>(12)</sup>

## 2.2.4 RELACIONES ANATOMICAS DEL POLIGONO DE WILLIS.

El circulo de Willis se encuentra localizado por arriba de la silla turca, dentro de las cisternas supra celar e interpeduncular, abraza la superficie ventral del cerebro, los nervios y tractos ópticos.

En el siguiente cuadro se especifica las principales relaciones del polígono de Willis.

<b>RELACIONES ANATOMICAS DEL POLIGONO DE WILLIS</b>	
<b>SUPERIORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tractos ópticos</li> <li>▪ Hipotálamo</li> <li>▪ Tercer Ventrículo</li> </ul>
<b>INFERIORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Base de esfenoides</li> <li>▪ 3 nervio craneal</li> <li>▪ Hipófisis</li> <li>▪ Diafragma Selar</li> </ul>
<b>POSTERIORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mesencéfalo</li> </ul>
<b>MEDIALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tallo hipofisario</li> <li>▪ Cuerpos Mamilares</li> </ul>
<b>LATERALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tentorio.</li> </ul>

▪ Lóbulos Temporales
----------------------

De esta forma, el polígono de Willis se ubica dentro de la cisterna supérasela, teniendo las siguientes relaciones :

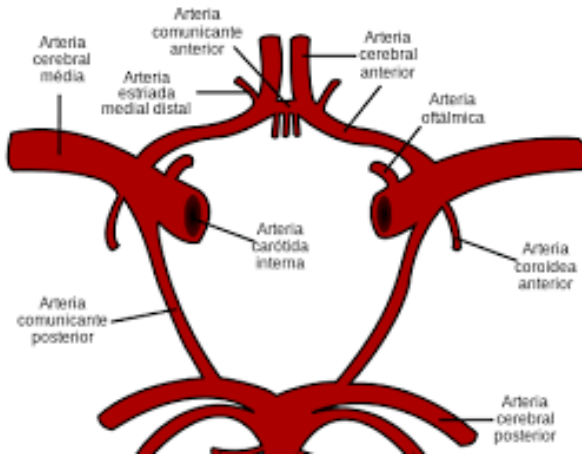
- Por debajo del Hipotálamo, tercer ventrículo y tractos ópticos.
- Por arriba de los nervios ópticos y tercer nervio craneal.
- Rodea el tallo Hipofisiario.
- Medial al Tentorio y lóbulos temporales

### **2.2.5 INTEGRACION DEL POLIGONO DE WILLIS.**

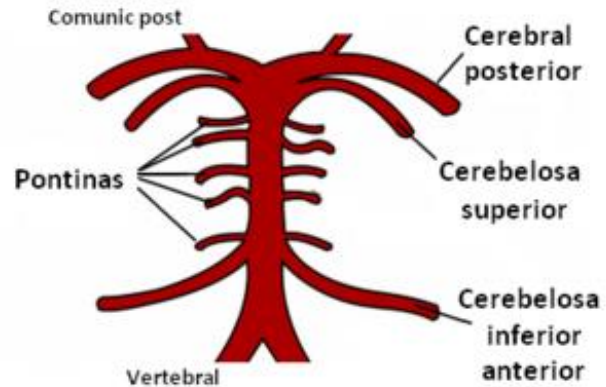
Después de conocer anatómicamente el polígono de Willis y una vez comprendidas las circulaciones que irrigan el encéfalo; de manera fácil y practica se puede resumir la siguiente información:

- Las dos arterias Carótidas Interna terminales constituyen el circulo de Willis y se dividen en sus 2 ramas terminales.
- El segmento proximal de las dos Arterias Cerebrales Anteriores conforma el polígono.
- Las arterias Cerebrales Medias no lo integran.
- La Arteria comunicante Anterior es una estructura pequeña que conecta los segmentos A1 de las dos Arterias Cerebrales Anteriores.
- Las dos AcoP, conformantes del polígono, también son ramas producto de anastomosis entra la ACI con las A. vertebrales .
- Las Arterias vertebrales se unen y forman las Arterias Basilar (AB).
- Las ACP son ramas laterales directas de la Arteria Basilar.

- Cada AcoP se une con la ACP homolateral, cerrándose de esta manera el circulo de Willis(14).



### Arteria Basilar



## 1.3 ANEURISMAS CEREBRALES

Los aneurismas son saculaciones producto de un defecto en la capa muscular de las arterias, en nuestro caso se encuentra ubicadas dentro del sistema arterial del cerebro, aunque pueden estar presentes en otros lugares dentro del cuerpo, los mismos que al presentar rotura y producir sangrado son causa de altos índices de mortalidad, por lo que deben ser diagnosticados con precisión y tratados oportunamente. Estas saculaciones de la luz vascular son producidas por cualquier error estructural dentro de sus mantos parietales.

El saco aneurismático este compuesto tan solo de intima y adventicia, ya que la membrana elástica muscular interna está reducida o falta por completo y termina en la unión del cuello del aneurisma(5).

La primera persona en estudiar y describir esta enfermedad, fue hecho en 1765 por Francisco Biumi, un medico originario de Milán Italia el cual reportó en la autopsia un aneurisma intracraneal roto. Otro reporte clínico de aneurisma fue la ruptura del mismo por Blackwell en 1813, en un paciente femenino de 20 años de

edad en donde se reporto la presencia de un aneurisma en la bifurcación de la arteria basilar.

El primer tratamiento quirúrgico para tratar un aneurisma con estructura sacular intracraneal se llevo a cabo en 1933 por el medico Dott. El cual empleo un pedazo de musculo para recubrir el aneurisma roto transoperatoriamente, obteniendo con éxito detener la hemorragia.

El medico Walter Dandy describió el principio quirúrgico de la obliteración directa del aneurisma basado en su experiencia: coloco un clip de plata a través del cuello de un aneurisma de la arteria carótida interna en el origen de la arteria comunicante posterior el 23 de marzo de 1937<sup>(5)</sup>.

### **2.3.1 CLASIFICACION DE LOS ANEURISMA CEREBRALES.**

La clasificación de aneurismas intracraneales o cerebrales es muy variable y se deben tener en cuenta distintos análisis, así pues, podemos basarnos en su morfología, tamaño, localización y etiología.

### **2.3.2 CLASIFICACION DEACUERDO A LA FORMA.**

De acuerdo a su apariencia anatómica, esta patología puede ser clasificados como : Saculares, Disecantes y Fusiformes. Cada uno tienen sus propias características que los diferencian entre ellos; tanto en su origen, anatomía macro y microscópica como en su localización, siendo de esta ultima mas frecuentes los saculares.

#### **a) ANEURISMAS SACULARES**

Los aneurismas saculares se definen como protrusiones focales parietales, de forma redondeadas (similitud a la de una cereza), habitualmente tienen su origen de la pared lateral de la arteria. El saco aneurismático entre sus características posee un cuello estrecho de entrada o una base grande comunicándolo con el vaso.

<b>MORFOLOGIA MACROSCOPICA</b>	<b>MORFOLOGIA MICROSCOPICA</b>	<b>LOCALIZACION</b>	<b>PREVALENCIA</b>
Redondos o lobulados	Comunicación estrecha o de base amplia	Bifurcaciones arteriales	Adultos de 40 a 60 años
Origen directo Arterial	Contiene intima y adventicia, túnica muscular deficiente	Circulación Anterior	Múltiples
Cuello aneurismático	Trombosis y coágulos	ACM	HSA

### **b) ANEURISMAS DISECANTES**

Esta clasificación ocurre en mayor número en el sistema posterior y vertebro basilar, siendo más recurrente en el sexo masculino. Es una disección espontánea identificada, habitualmente se encuentra en la porción cervical de la arteria carótida interna y en la zona extra craneal de la arterial vertebral. Es causa relevante de EVC de tipo isquémicos en pacientes jóvenes<sup>(5)</sup>.

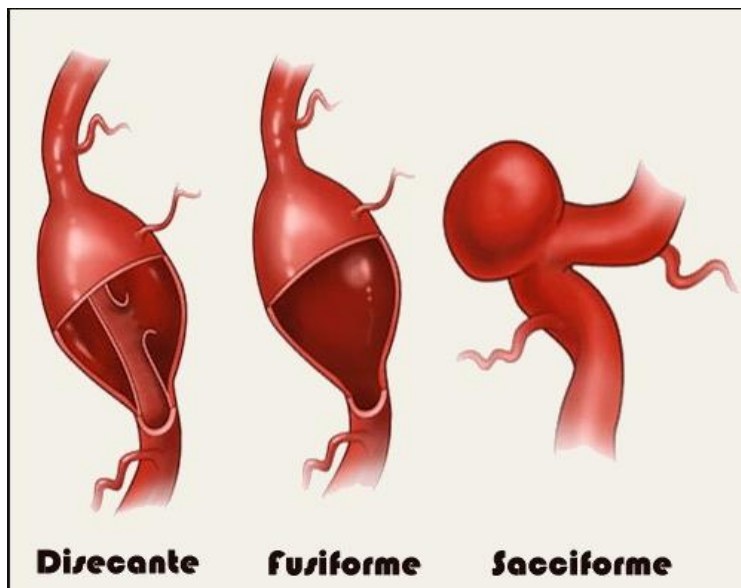
<b>MORFOLOGIA MACROSCOPICA</b>	<b>MORFOLOGIA MICROSCOPICA</b>	<b>LOCALIZACION</b>	<b>PREVALENCIA</b>
Saculaciones	Disección	Circulación posterior	Jóvenes
Origen directo arterial	Estenosis, septos.	ACI extra craneal	Eventos isquémicos

Diámetro externo Aumentado	Penetración de sangre en la pared arterial	Causas traumáticas , actividad física fuerte, HA , fármacos
-------------------------------	--	---

### c) ANEURISMAS FUSIFORMES

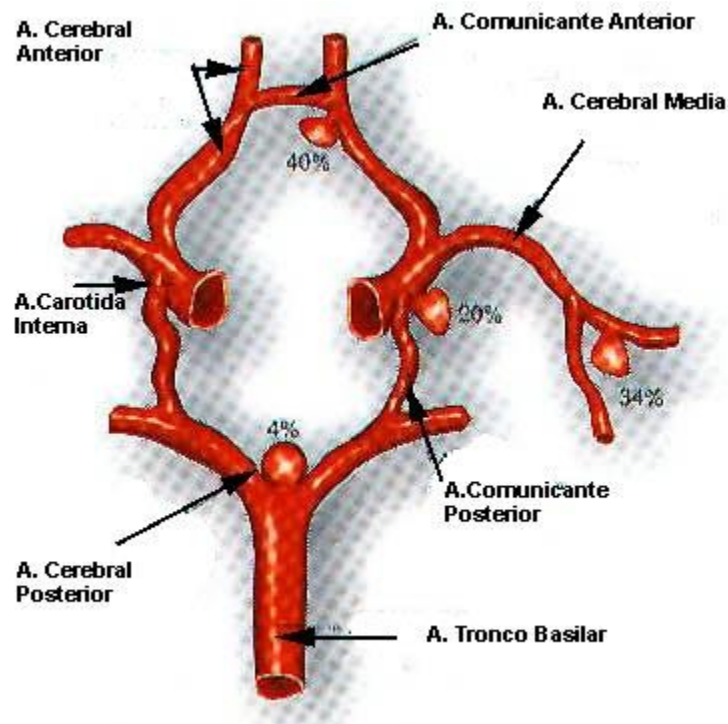
Son trayectos vasculares engrosados y tortuosos. Su característica principal es la falta de un cuello, daño circunferencial de la arteria principal, así como de un trayecto largo. Esta clasificación de aneurisma puede contener coágulos en su interior<sup>(5)</sup>.

MORFOLOGIA MACROSCOPICA	MORFOLOGIA MICROSCOPICA	LOCALIZACION	PREVALENCIA
Ectasia exagerada	Daño a la media	ACI extracraneal e intracraneal	Asociados a traumas
Estrechamiento y elongación de los vasos	Ateroesclerosis		Disecciones espontaneas
Serpentiginosos			Infecciones



### 2.3.3 CLASIFICACION SEGUN LOCALIZACION

Por su localización los aneurismas cerebrales la presentación mas frecuente son las arterias de la base del cráneo. La mayoría de las lesiones se desarrollan en la porción anterior del polígono y afectan a la arteria carótida interna y sus ramas intracraneales. La ubicación mas habitual corresponde a la arteria comunicante anterior y la arteria comunicante posterior a partir de la ACI, la separación de la arteria cerebral media, la separación de la arteria basilar y el resto de las arterias de la circulación posterior (5%). Pueden ser únicos (70-75%) o lesiones multiples (25-30%), usualmente localizados en el polígono de Willis<sup>(5)</sup>.



### 2.3.4 CLASIFICACION POR TAMAÑO

Se encuentran diversas clasificaciones en cuanto al tamaño, pero debido al tipo de protocolo y estudio realizado, se describe la siguiente clasificación:

- ❖ Aneurisma muy pequeño : menor a 3 mm
- ❖ Aneurisma pequeño: menor a 11 mm.
- ❖ Aneurisma grande: 11 a 25 mm.
- ❖ Aneurisma gigante: mayor a 25 mm.

### 2.3.5 CLASIFICACION POR ETIOLOGÍA

La palabra aneurisma proviene del latín aneurisma, dilatación es lo que significa en esta lengua. Los factores de riesgo mas frecuentes para la formación de un aneurisma se basan en lesiones vasculares producidas termodinámicamente, , vasculopatía subyacente, aterosclerosis y estados de alto flujo.

Los aneurismas cerebrales están asociados a personas con ciertos antecedentes familiares, así como con anomalías genéticas, de las cuales destacan las enfermedades relacionadas con el colágeno, poliquistosis renal y en ciertos trastornos circulatorios como las malformaciones arteriovenosas<sup>(10)</sup>. (M.A.V.)

Otras razones incluyen: aterosclerosis infecciones, trauma craneal, , lesiones penetrantes craneales, , tumores, , hipertensión arterial y otras enfermedades vasculares, uso de drogas como cocaína y tabaquismo, este ultimo asociado a los aneurismas múltiples. Hay que comprender el mecanismo de acción de los mismos para un mejor reordenamiento causal; lo cual para fines prácticos se expone brevemente en el siguiente cuadro el cuadro siguiente<sup>(10)</sup>:

<b>CONGENITAS</b>	<b>PREDISPOSICION FAMILIAR</b>	<b>AFECCIONES MISCELANEAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades congénitas cardiacas.</li> <li>• Poliquistosis renal.</li> <li>• Neurofibromatosis.</li> <li>• Síndromes de Marfan y EhlerDanlos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aneurismas intracraneales familiares.</li> <li>• Hipertensión arterial.</li> <li>• No asociados a otras enfermedades.</li> <li>• Asintomáticos .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalías vasculares y fenestraciones arteriales.</li> <li>• Vasculopatías como DFM y enfermedades de células falciformes.</li> <li>• Factores de riesgo ambiental como el tabaco.</li> <li>• Marcadores bioquímicos elevados o deficientes.</li> </ul>

### **2.3.6 FISIOPATOLOGIA DE LOS ANEURISMAS**

Las arterias son trayectos vasculares con membrana, elásticos, con ramificaciones arteriales, responsables de distribuir la sangre por todo el organismo, la cual es previamente dirigida por los ventrículos del corazón durante cada contracción<sup>(6)</sup>.

El aneurisma es definido como protrusión parietal de una arteria, de mas de 50% del diámetro original del lumen Esta dilatación ocurre en todas las paredes de los vasos (adventicia, media e intima), pero conservando su integridad<sup>(6)</sup>. Esto último lo diferencia del pseudoaneurisma.

Existen diversas causas de producir un aneurisma, algunas como las enfermedades congénitas que debilitan la pared media, como en el Marfán y en el Ehlers Danlos. A pesar de esto la asociación del aneurisma con la arteriosclerosis no se conoce, se tiene presente que existe un importante proceso inflamatorio inflamatorio en las paredes, el mayor parte compuesto este tejido por macrófagos, los cuales producen localmente enzimas con la finalidad de degradar el colágeno y la elastina, llevando a la pared a su degeneración y su posterior protrusión. Una inflamación conlleva a una mayor destrucción de la pared, provocando una dilatación del vaso, la que por razones físicas produce mayor tensión y mayor crecimiento<sup>(6)</sup>.

### **2.3.7 FORMACION DEL FLUJO, INICIO Y DESARROLLO DEL ANEURISMA.**

Hay un numero muy grande de patologías que predisponen a la formación de los aneurismas, haciendo mas débil la pared del vaso, recordemos que en su mayoría se forman por estrés hemodinámico y degeneración la cual se adquiere en la pared arterial.

La ley de Laplace argumenta el aumento progresivo de la tensión en la pared al dilatarse la arteria. Por lo que tengamos en cuenta que la presión en su interior es

la presión arterial del individuo y que la tensión aumenta al aumentar el diámetro, resultando la fórmula<sup>(9)</sup> :

$$\text{Tensión} = \text{Presión} \times \text{Diámetro}$$

Para entender mejor este proceso repasemos los pasos básicos del patrón de flujo intralesional:

1. Estrés hemodinámico máximo se realiza en la porción apical de la bifurcación de los vasos, dando lugar a la lesión de la pared.
2. Al estar presente una patología subyacente induce a una debilidad de la pared vascular, colaborando a la formación de aneurismas.
3. El flujo Intralesional presenta tres zonas diferentes de presión :
  - a. Flujo de entrada.
  - b. Flujo de salida.
  - c. Flujo central.
4. Este flujo, aunado al estrés hemodinámica, contribuye al crecimiento de los aneurismas previos. Un mayor aumento de tamaño del aneurisma llevará a un aumento de la tensión, provocando mayores aumentos del diámetro hasta la ruptura<sup>(9)</sup>.

En los aneurismas intracraneales, la sangre sale del espacio subaracnoideo a base de presiones que siguen un gradiente y se para cuando la presión arterial y la presión intracraneana se equilibren.

### **2.3.8 CORRELACION HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA CON ANEURISMA CEREBRAL.**

Ha sido siempre conocido que la complicación mas severa en cuanto a aneurismas cerebrales es la hemorragia subaracnoidea (HSA) la cual se encuentra asociada a una mortalidad de que va entre 40%-50%. La primera manifestación

clínica de los aneurismas sin previo aviso por una hemorragia repentina asociada a una presión alta en un gran porcentaje de los casos sin desestimar otros factores

. En el momento de producirse una complicación de un aneurisma y una hemorragia subaracnoidea masiva , la presión intracraneal sufre un rápido aumento, llevando a un vaso espasmo repentino, seguido de sus manifestaciones clínicas comunes entre las que se encuentra : cefalea, náusea y vómito, alteración y pérdida de la conciencia, además de rigidez de nuca<sup>(9)</sup>.

Las consecuencias de una hemorragia subaracnoidea son muy altas; se estima que el 20% de los pacientes fallece al momento a la ruptura del aneurisma, y otro 10% muere durante la primera semana así como un 30% adicional fallece entre la segunda y cuarta semanas. Al final del primer mes del sangrado el número de fallecimientos supera un 60% y de los pacientes que sobreviven solo el 50% puede volver a su vida habitual. Los otros enfermos tienen importantes secuelas neurológicas que no les permiten desempeñarse con autonomía e independencia.

Es imposible determinar que esta patología tiene mas probabilidades de romperse , aunque algunos aspectos nos orientan a que la mayor parte de los aneurismas que se rompen son de tamaño considerable, con una medida mayor a 7mm. Los estudios de imagen no invasivos en la actualidad tales como la Añico de encéfalo han incrementado el diagnostico eficaz y oportuno de aneurismas incidentales planteando un mejor tratamiento; así evitando la ruptura del aneurisma y por ende una hemorragia subaracnoidea Por otra parte , el encontrar un aneurisma previo a su ruptura permitiría un tratamiento preventivo, considerando que los riesgos de muerte sean menores. <sup>(9)</sup>.

## **2.4 TOMOGRAFIA MULTICORTE**

La tomografía en la actualidad se ha convertido en uno de los métodos diagnósticos mas importantes en la historia de la imagenología posterior al de los Rayos X por Roentgen en el año de 1895. El tipo de imágenes obtenidas por este método de imagen es totalmente diferente a la radiología que ya conocíamos La

perspectiva de la tomografía nos da una visión sectorial de la anatomía del paciente con imágenes transversas de cualquier parte del cuerpo humano<sup>(7)</sup>.

Sus creadores fueron el físico norteamericano Cormack y un ingeniero inglés llamado Goodfrey N. Hounsfield. En 1963 Cormack dio a conocer que podía determinarse los coeficientes de absorción en una determinada estructura y medir las variaciones de intensidad que sobrepasa la radiación.

En el año 1967 Goodfrey Hounsfield comienza sus primeros aportes sobre la adquisición de imágenes y técnicas de resguardo de datos en la computadora. Hounsfield consigue recolectar los datos de los Rayos X por medio de un cristal emisor de luz visible cuando se expone a los Rayos X, y gracias a una computadora que forma una imagen tridimensional de un objeto<sup>(9)</sup>.

La primera tomografía creada exclusivamente para estudios craneales fue construida el 1 de Octubre de 1971 en Londres y se adquirió la primera imagen de una tomografía computarizada en 1972. Desde aquel entonces a nuestros días actuales la tomografía ha evolucionado a lo largo del tiempo hasta que llegó a convertirse en un método de diagnóstico insustituible para cualquier institución hospitalaria en el análisis de varios de procesos patológicos, con un tiempo de obtención menor a lo esperado.

#### **2.4.1. BASES FÍSICAS DE LA TC MULTICORTE**

La TCM es un método de imagen dentro de la radiología que consiste en el análisis indirecto de la penetración de los Rayos X en diversos puntos dentro de una estructura anatómica a evaluar. Las imágenes adquiridas con el tomógrafo cuando el tubo de Rayos X gira alrededor del paciente tomando varias cifras de los tejidos atenuados a lo largo de toda la circunferencia, con los detectores que captan la radiación, midiendo de forma precisa las cifras registradas en cada momento.

Dichos datos son capturados y posteriormente digitalizados y procesados por el ordenador, lo que también permite obtener imágenes latentes.

Estos valores están determinados en un sistema de medida el cual se desconoce como **Coefficientes de Atenuación o Unidades Hounsfield (UH)**, esto es gracias a su descubridor, cada valor esta determinado por un tono dentro de la escala de grises<sup>(9)</sup>.

#### **2.4.2 PROCESO DE ADQUISICION DE LA TC MULTICORTE**

El proceso de adquisición de la tomografía en realidad es mucho mas complicado desde un punto de vista operativo, pero con fines académicos resumiremos de la siguiente información:

- En los tomógrafos, las imágenes adquiridas se adquieren por un barrido continuo mientras la mesa con el paciente se desplaza a través del Gantry.
- El tubo de radiación a una dirección helicoidal alrededor del paciente. El desplazamiento de la mesa se sincroniza con el tiempo necesario para cada rotación en 360°.
- La obtención de los datos en crudo (Raw Data) mediante su obtención eliminara los artefactos tanto de movimiento de respiración obtenidos durante la realización del estudio. Se obtiene un segmento de datos por cada barrido realizado, el cual posteriormente se reconstruirá en secciones anatómicas con un grosor y espesor determinado por el operador (MPR)
- La principal diferencia de un tomógrafo multiforme con un dispositivo helicoidal común es la disposición de las coronas de detectores, que no son fijas como en un aparato de antigua generación, en la multiforme es adaptable, además de poseer diferentes longitudes los detectores , y poseer en mayor numero que puede alcanzar hasta los

64 detectores, lo cual provocara una mayor resolución espacial y velocidad al realizar el estudio.

## **2.5 ANGIOTOMOGRAFIA CEREBRAL.**

### **2.5.1 DEFINICION Y PRELIMINARES.**

La angioTC de encéfalo es un estudio radiológico en el se empleas los siguientes instrumentos:

**Un equipo de tomografía computarizada multiforme (TCM)**, equipo radiológico mediante el cual se obtienen las diversas imágenes en diferentes planos y grosores de la estructura a evaluar, **inyector** equipo que permite la inyección sincronizada con ayuda del tomógrafo para la administración del

**Medio de contraste lodado No Iónico** cuya administración esta dada tanto por el peso como por la edad y estructura a evaluar.

Las indicaciones previas para sugerir la realización de una angiotac cerebral son:

#### a. INDICACIONES.

Todo tipo de patología tal como ; hemorragia subaracnoidea Aneurismas, malformaciones vasculares, tromboembolias cerebrales, control por cirugía, y EVC.

#### b. CONTRASINDICACIONES.

Hipersensibilidad y/o alergia al medio de contraste, embarazo, deshidratación o insuficiencia renal aguda o crónica.

#### c. PREPARACION DE PACIENTE.

- No haber ingerido mínimo 8hrs algún alimento

- Valores previos de estudios de creatinina
- Consentimiento informado firmado.
- Retirar objetos ajenos al cuerpo que puedan provocar algún artefacto dentro de la imagen
- Canalización Periférica venosa en alguna extremidad, con un punzo de buen calibre.

#### d. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

El consentimiento informado a parte de ser un documento medico legal, hace referencia a un documento en el cual se mencionan las dosis de medio de contraste que se utilizara, su utilidad dentro del estudio, y las posibles reacciones adversas secundarias posibles después de su administración, así mismo solicitando su aprobación tanto por el paciente como de un familiar.

(Anexo 2)

## **2. RESONANCIA MAGNETICA**

El principio físico de la resonancia magnética se basa en la utilización de ondas de radiofrecuencia las cuales excitaran a los átomos de Hidrogeno, se usan estos átomos debido a su único protón desapantallado, así como el hecho de que es el átomo mas predominante en el cuerpo humano, en diversas estructuras.

Cuando un paciente es introducido en el gantry e interactúa con el campo magnético externo , los átomos de Hidrogeno precesan y se alinean en dirección al campo magnético externo (B0). Cuando estos se alinean en paralelo, es decir en dirección al campo magnético externo, se dice que los protones de Hidrogeno se

encuentran en estado de equilibrio; esto será dado por las características cuánticas de cada protón.

Posteriormente se aplican pulsos de radiofrecuencia, excitando al protón, logrando que cambien de su alineación inicial hasta obtener una magnetización transversal o longitudinal.

Al terminar el pulso de Radio Frecuencia los protones tienden a regresar a su estado de baja energía, liberando la energía aumentada en tiempos diferentes dependiendo en la estructura en la que se encuentren; a este fenómeno se le conoce como relajación. Esta liberación de energía es registrada por diferentes antenas, las cuales dependiendo el tiempo de relajación y la estructura donde se encuentran los protones determina la imagen que posteriormente se vera reflejada, así como sus intensidades.

Este análisis del tiempo de relajación, así como la magnetización en la que se encuentra cada protón determinara la potenciación que tendrán las imágenes obtenidas: T1 tiempo que tarda en recuperar su magnetización longitudinal, T2 tiempo que tarda en recuperar su magnetización. transversal

La RM se ha convertido en un método de imagen muy sensible en la obtención de imágenes, lo cual provoca que se lleguen a encontrar un gran numero de artefactos durante su operación; entre los cuales podemos ver los artefactos producidos por flujo; los cuales pueden ser utilizados a favor para obtener una representación sanguínea sin convertirse en una técnica invasiva.

Esta técnica en conocida como Angiografía por Resonancia Magnética, la cual obtiene una representación de los vasos sanguíneos y del flujo de sangre la cual se centra este trabajo de investigación.

Esta técnica llega a no ser tan precisa respecto al lumen de los vasos sanguíneos, pero permite evaluar correctamente la velocidad, el llenado, posibles compromisos, así como estenosis y anomalías anatómicas.

## **JUSTIFICACION.**

La Resonancia Magnética en la obtención de imágenes se ha convertido en uno de los métodos más importantes de los conocidos e inventados hasta el periodo actual. Los beneficios obtenidos por este método es que no utiliza radiación ionizante, es una alternativa no invasiva, no necesita anestesia, no requiere medio de contraste endovenoso para la obtención de imágenes para la evaluación del sistema arterial y venoso y se obtiene una mejor resolución de imagen .

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

A pesar de que la angiotomografía de cráneo, sigue siendo en México el Estándar de Oro para la evaluación de las estructuras cerebrales vasculares , siguen existiendo grandes riesgos y contraindicaciones para el paciente tales como :

- Aunque el riesgo es muy mínimo aun existe una pequeña posibilidad de padecer cáncer debido a la exposición de radiación
- La probabilidad de alergia y choque anafiláctico ante la reacción al medio de contraste.
- Debido a la administración de medio de contraste, se puede provocar un daño renal debido a la toxicidad del mismo, siendo más presente en pacientes con algún daño renal previo
- Importantes daños a piel, musculares, vasculares y nervioso en caso de extravasación del material del medio de contraste por debajo de la piel.
- No se puede administrar medio de contraste durante el embarazo.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACION.**

Por lo anterior comentado se plantea la siguiente pregunta: **¿Qué beneficios le otorga al paciente y hospital utilizar secuencias de Resonancia magnética para la detección de patología vascular en vez de Angiotomografía Computada?**

**¿La Resonancia Magnética para la detección de patología vascular ES IGUAL O MEJOR QUE LA Angiotomografía Computada?**

## **HIPOTESIS**

### **NULA**

**¿La Resonancia Magnética para la detección de patología vascular NO ES IGUAL O MEJOR QUE LA Angiotomografía Computada?**

### **ALTERNA**

**¿La Resonancia magnética para la detección de patología vascular ES IGUAL O MEJOR QUE LA Angiotomografía Computada?**

## **OBJETIVO**

### **GENERAL**

Identificar las variantes morfológicas del Circulo de Willis a través de Imagen por resonancia magnética con la secuencia 3D TOF

## **ESPECIFICOS**

- Describir las variables demográficas de las variantes anatómicas en edad y sexo.
- Describir las variables morfológicas del círculo de Willis encontradas en Angiotomografía y Resonancia Magnética.
- Describir la sintomatología de los pacientes estudiados.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Delimitación de tiempo y espacio.**

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla (ISSSTEP), SERVICIO DE IMAGENOLOGIA DURANTE EL PERIODO DE **Marzo 2019 a Julio 2019**.

### **Definición del Universo.**

Se incluirán a todos los pacientes de cualquier género y edad que acudan a realizarse una Angiotomografía de Cráneo y que Acepte participar en el protocolo de investigación .

### **Criterios de Inclusión.**

- Pacientes con indicación para realizar angiotomografía de cráneo .
- Cualquier edad y género.
- Cualquier diagnóstico.
- Paciente que firme el consentimiento informado

**Criterios de Eliminación:**

- Pacientes con insuficiencia renal ( Aguda o Crónica).
- Pacientes Alérgicos al medio de contraste o/y Yodo.
- Pacientes embarazadas .
- Pacientes con prótesis metálicas.
- Pacientes claustrofóbicos .
- Pacientes que no firmen consentimiento informado
- No traumático

**TIPO DE ESTUDIO:**

De Ensayo clínico, Comparativo, prospectivo

**TIPO DE MUESTREO**

Muestra de tipo no probabilístico

**TAMAÑO DE MUESTRA**

Por conveniencia

**Definición de las variables y unidades de medida y operacionalización**

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Escala</b>	<b>Indicador</b>
<b>Sexo</b>	<b>Conjunto de características físicas, biológicas y anatómicas de los seres humanos que los definen como hombre o mujer</b>		Cualitativa nominal	Nominal	Masculino  Femenino
<b>Edad</b>	<b>Edad cumplida en años</b>		Cuantitativa continua	De razón	18-90
<b>síntomas</b>	<b>síntoma es una manifestación patológica subjetiva que sufre un enfermo</b>	Entidad clínica que puede estar asociado a alguna alteración vascular.	Cualitativa nominal	Nominal	Cefalea, nauseas, vértigo, alteraciones visuales, disminución de agudeza visual, convulsiones
<b>Características Morfológicas</b>	<b>Duplicación , Fenestración, Agenesia, Hipoplasia, ACA Acigos , triplicación</b>	Característica anatómica del sistema vascular.	Cualitativa Nominal	Nominal	Si o no

## Recursos

Este estudio no necesita recurso económico o monetario, todo lo necesario se encuentra en el hospital .

## Cronograma de actividades

Actividades	Mes y año	Mes y año	Mes y año	Mes y año	Mes y año
Diseño de protocolo	Enero 2019				
Revisión de protocolo		Marzo 2019			
Recolección de la información			Febrero- Agosto 2019		
Captura de datos			Agosto 2019		
Análisis de información				Agosto 2019	
Presentación de resultados					Noviembre 2019

### METODO DE RECOLECCION DE DATOS.

- 1.- Se identificara en las agendas del tomógrafo todo aquel paciente que tenga agendado una Angiotomografía de Cráneo.
- 2.-Se invitara a participar en el protocolo de investigación y se le explicaran las ventajas y desventajas del nuevo método de estudio. Indicando que protocolo no interferirá en absoluto con el manejo y la atención para su padecimiento.

- 3.-Ya firmado el consentimiento Informado se realizará primero la Secuencia de resonancia magnética (No medio de contraste) y posteriormente se realizara el estudio Indicado por el medico ( AngioCT).
- 4.-Se revisaran e Interpretaran los dos métodos diagnósticos y se hará una correlación de Hallazgos.
- 5.-La información obtenida se vaciara en tablas diseñadas en Excel para su análisis y correlación.

## **MÉTODO DE RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **ANÁLISIS DE DATOS**

- La información recolectada se vaciará en una base de Excel y posteriormente en el programa Spss (*Statistical Package for the Social Sciences*) se obtendrán medidas de tendencia central (Media), medidas de dispersión (Desviación Standard), porcentajes (razones), pruebas de significancia ( $X_2$ ) y correlación de Spearman.
- La información será presentada en cuadros y gráficos .
- Se utilizará estadística descriptiva.
- Este estudio contara con los permisos respectivos de los directivos del departamento de Imagenología del “Hospital 5 de mayo I.S.S.S.T.E.P” lo que garantiza el acceso a la base de datos de la misma que es elaborado por el personal a cargo de la Tomografía Axial Computada .

## **RECURSOS HUMANOS.**

- Se contará con la asesoría y participación del departamento de enseñanza e investigación del hospital I.S.S.S.T.E.P, asesor en clínico experto en resonancia magnética, quien supervisará la realización de los estudios .
- Técnicos radiólogos.
- Residente en radiología e imagen.
- Medico radiólogo especialista en resonancia magnética.
- Estación de trabajo.

## **RECURSOS MATERIALES**

- Tomógrafo Multicorte 64 canales
- Resonador GE , 1.5 Teslas
- Consentimiento informado .
- DVD-R ( Almacenamiento de los Estudios)
- Lap Top (Análisis de información)

## **RESULTADOS.**

Se realizarón 1162 tomografías en nuestro instituto (ISSSTEP) de las cuales 124 fueron AngioCT lo que representa el 10% de todos los estudios comprendidos entre enero - julio del año 2019. De estas 124 Angiotomografias; 70 fueron de tórax (56%), 38 de encéfalo (30%), 8 de cuello (6%), 3 de extremidades (2%), 2 de abdomen (1%)

De las 38 tomografías de encéfalo para nuestro estudio, 8 de ellos eran portadores de prótesis metálicas (21%), 3 de ellos no firmaron el consentimiento informado (8%), 2 de ellos no disponían de tiempo para realizar un segundo estudio (5%). solo

25 fueron candidatas, reuniendo los requisitos para realizarse estudio por resonancia magnética los cuales representaron el 66%.

Dentro de nuestro estudio se realizaron 25 AngioCT de encéfalo y 25 AngioIRM a pacientes bajo consentimiento informado, de los cuales el 56% fueron mujeres y el restante 44% a varones, los rangos de edad fueron desde los 15 años hasta los 83 años con una media de 54 años, el diagnóstico de envío más frecuente fue cefalea representando el 63%, el Segundo en frecuencia fue EVC (evento cerebral vascular) con un 13%, Ansiedad y migraña con un 8% cada una, y por último demencia e hipersomnias con un 4% respectivamente.

Dentro de los hallazgos encontrados en el círculo de Willis en AngioCT y AngioIRM se observaron los siguientes; 2 estudios normales, 3 hallazgos compatibles con aneurismas, 1 circulación tipo ácidos, 10 hipoplasias en AngioCT y 13 en AngioIRM, 9 hipoplasias en AngioCT y 6 reportadas en AngioIRM, no hubo casos reportados de Fenestración, duplicación o triplicación.

En cuanto a los hallazgos referentes a aneurismas, se encontraron en 3 pacientes, dos de ellos en la Arteria cerebral anterior derecha y 1 de ellos en la cerebral media.

Las variantes anatómicas encontradas dentro del estudio son las siguientes; se detectaron 3 casos de hipoplasia de comunicantes posteriores de manera bilateral en AngioCT y AngioIRM, un caso de hipoplasia de la Arteria cerebral anterior izquierdo en AngioCT y AngioIRM, 5 casos de hipoplasias de la Cerebral Anterior derecha en ambos estudios, hipoplasia de la Arteria comunicante posterior izquierda solo en AngioIRM, 2 casos de hipoplasia de la Arteria cerebral posterior derecha en AngioIRM y de estos solo 1 en AngioCT. En cuanto a agenesias se encontraron lo siguiente, se encontraron 3 casos de agenesia de las comunicantes posteriores de manera bilateral en ambos estudios, 1 caso de agenesia en la comunicante posterior izquierda AngioCT, 1 caso de agenesia de la arteria cerebral anterior izquierda en AngioCT y AngioIRM, 1 caso de agenesia de la Arteria cerebral posterior derecha en AngioCT.

Grafico. 1  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Total de Tomografías

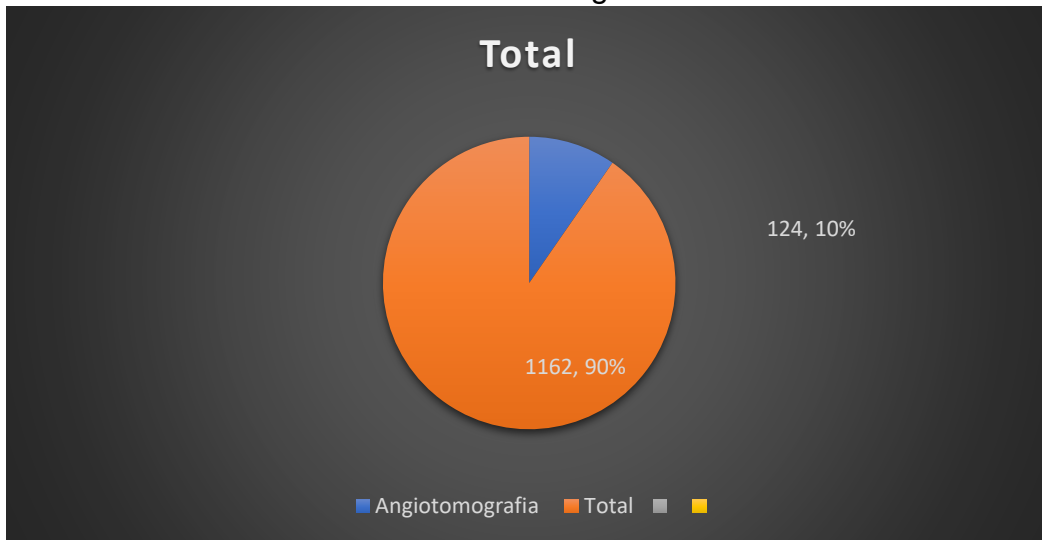


Grafico. 2  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Distribución por región anatómica

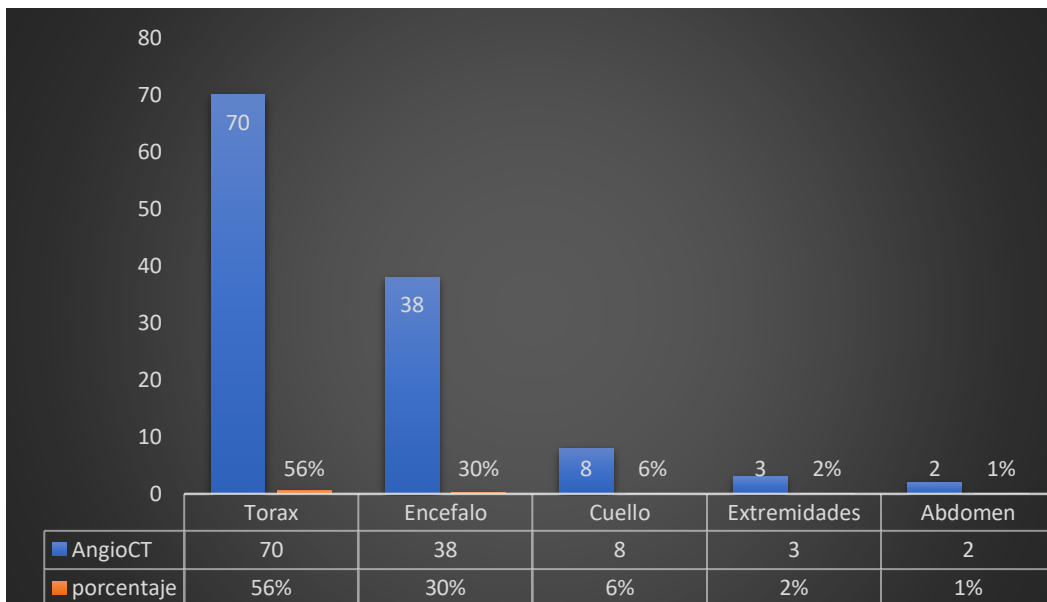


Grafico. 3  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Pacientes candidatos a para protocolo.

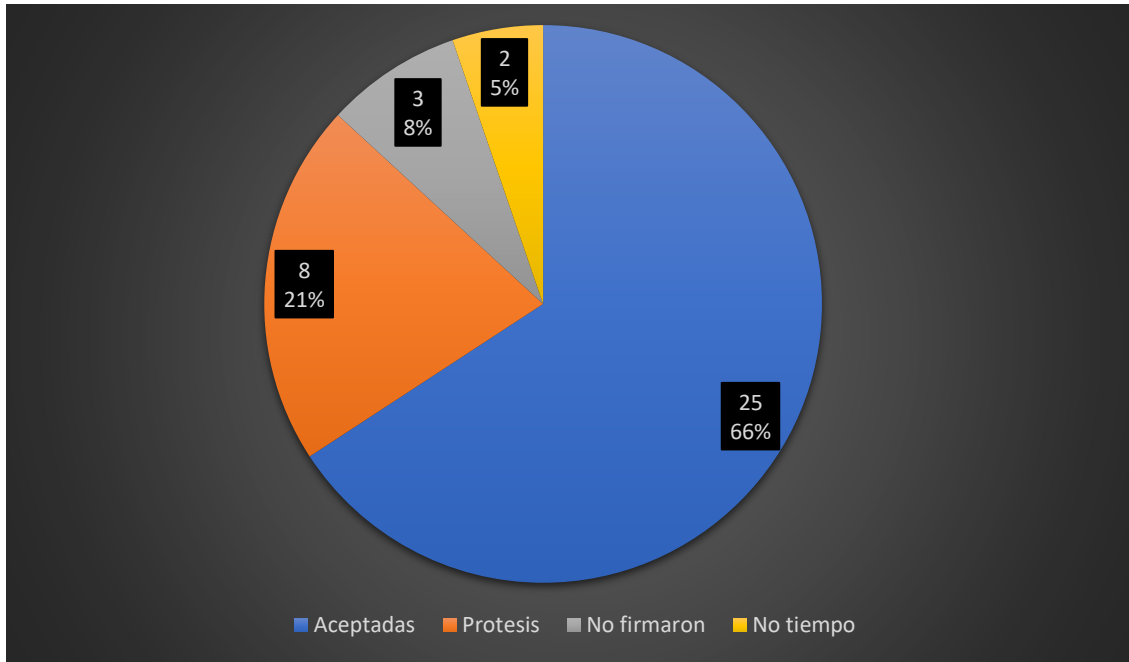


Grafico. 4  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Distribución por genero.

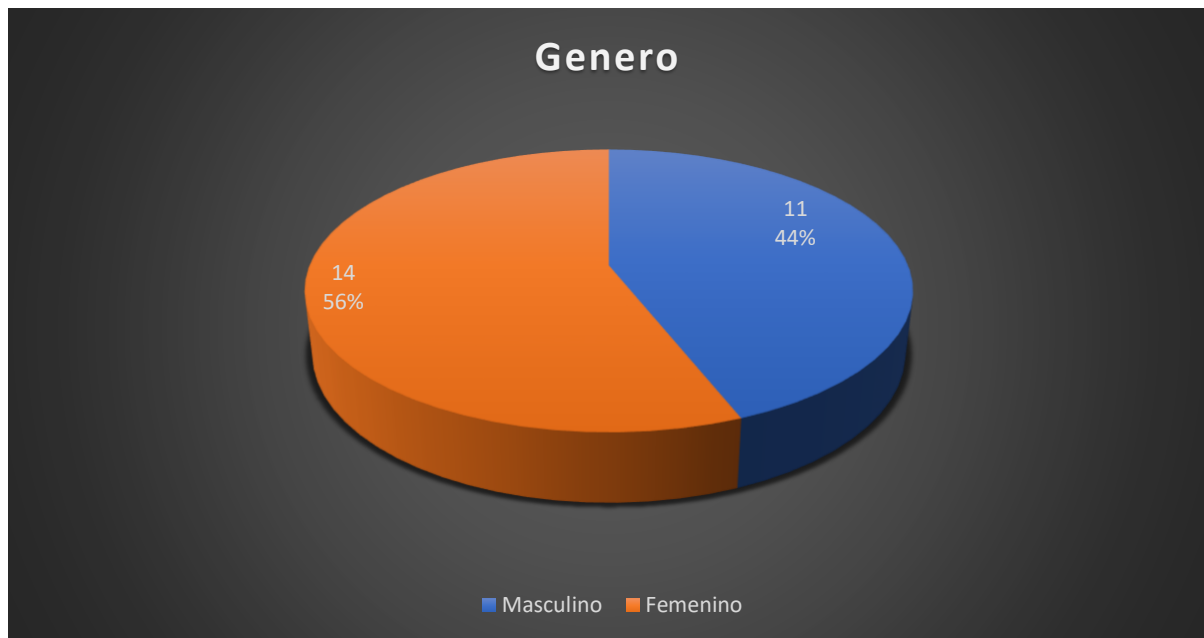


Grafico. 5  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Distribución por género

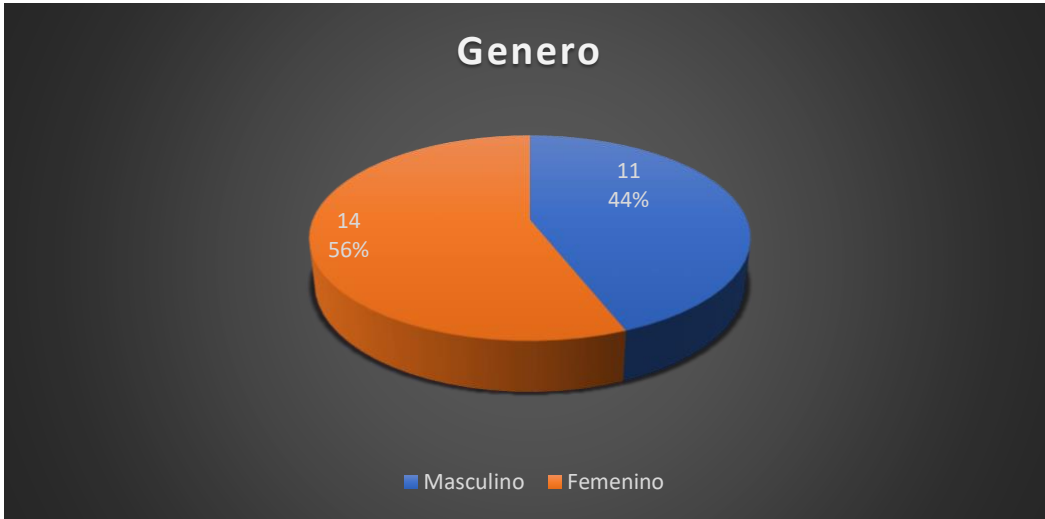


Grafico. 6  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Diagnósticos de envío.

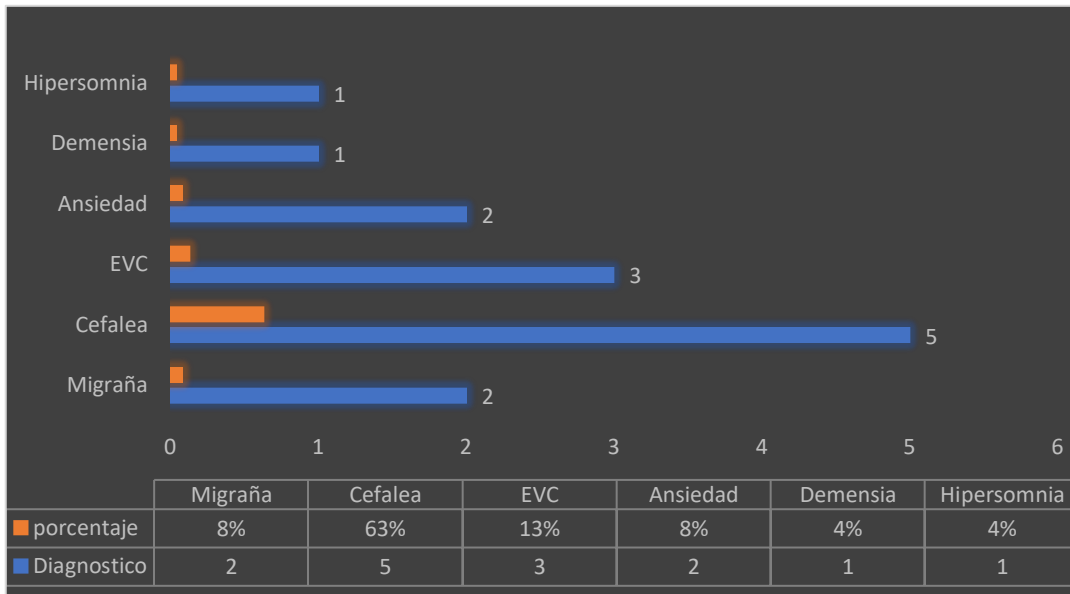


Grafico. 7  
 ISSSTEP  
 Servicio de Imagenologia  
 Hallazgos en CT y RM

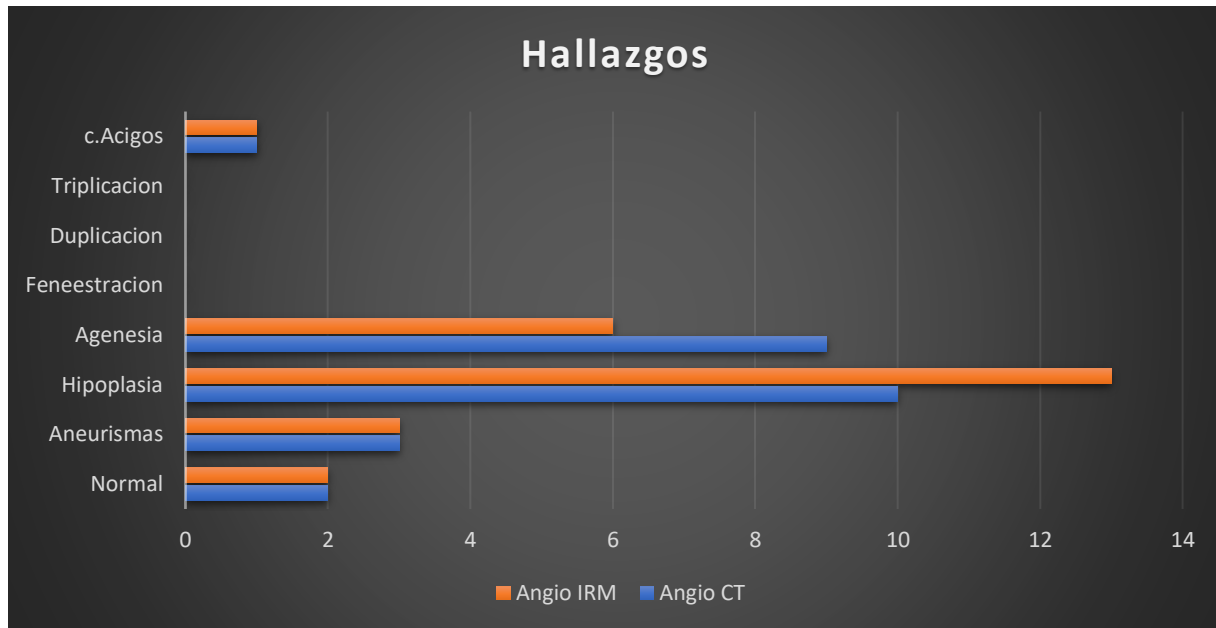


Grafico. 8  
 ISSSTEP  
 Servicio de Imagenologia  
 Ubicación de aneurismas.

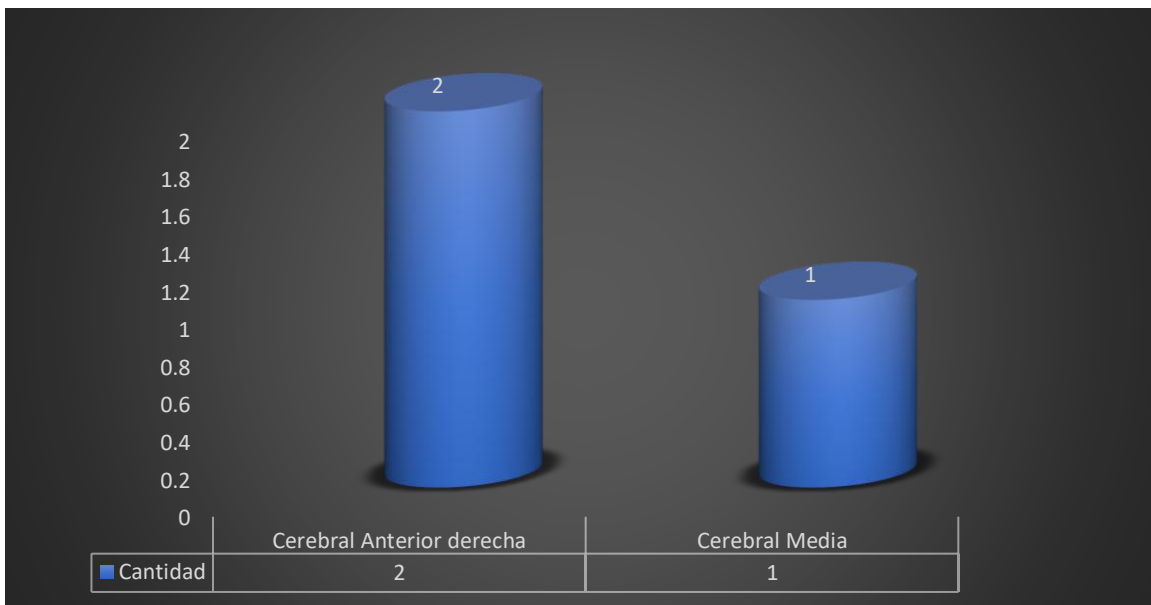


Grafico. 9  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Tipos de Hipoplasias.

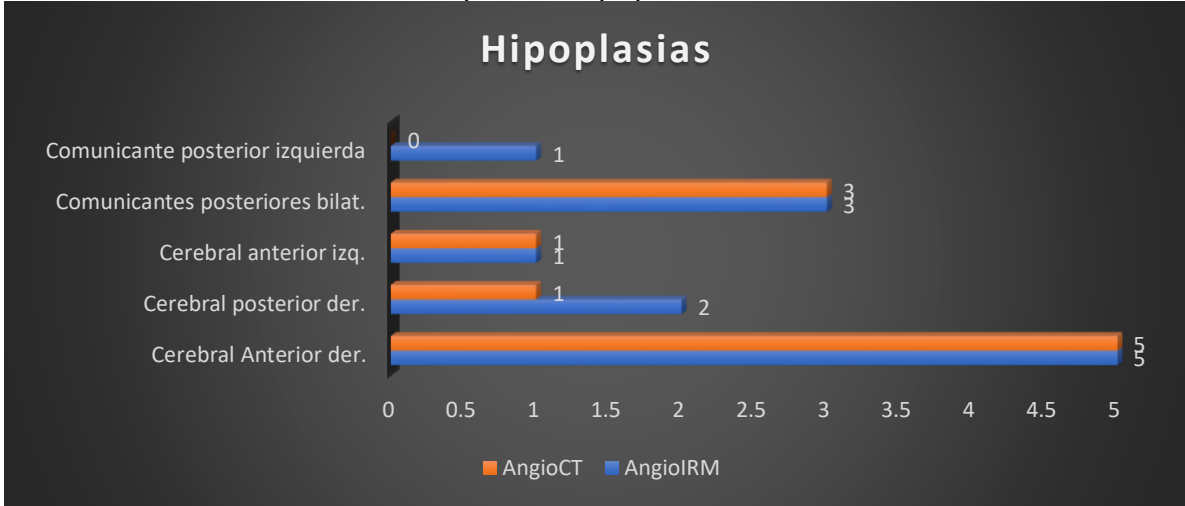
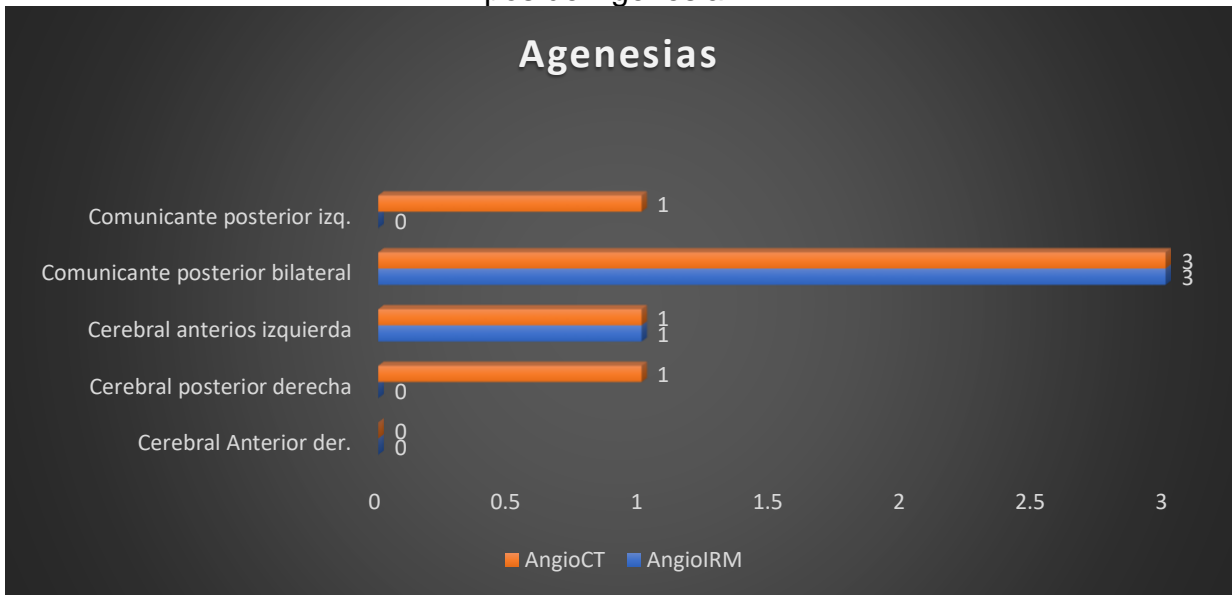


Grafico. 10  
ISSSTEP  
Servicio de Imagenologia  
Tipos de Agenesia.



## **DISCUSION:**

El círculo arterial de la base craneal, también conocido como “círculo arterial cerebral” (antiguamente, “*Polígono de Willis*”), suele presentar variantes anatómicas como manifestación del asimétrico desarrollo de sus componentes.

La permeabilidad de las estructuras arteriales que lo conforman permite un mejor aporte sanguíneo hacia áreas que requieren mayor flujo, tanto en condiciones fisiológicas como patológicas. Se puede apreciar que el 61,3% de los círculos arteriales estudiados por ARM tuvieron la conformación clásica postulada por Willis, mientras que un 38,7% fueron no clásicos. Podemos apreciar que los vasos hipoplásicos son la anomalía más frecuentemente observada, lo que nos hace suponer que el sistema de suplencia sanguíneo estaría disminuido en estos pacientes con un consecuente posible mayor establecimiento de secuelas neurológicas en las enfermedades cerebrovasculares. Una variante también frecuente, considerada como una conservación de su origen embriológico, es el origen anómalo de la ACP en la CI3; que en cierta forma infiere una mayor dependencia de las arterias cerebrales posteriores del sistema carotideo.

Las principales variaciones de los vasos accesorios consisten en las duplicaciones de ACM (9, 12) o ACA; esto sugiere que existe un mejor sistema de suplencia vascular en la circulación anterior. Por otro lado, algunas de las variaciones estudiadas se asocian con un aumento en la incidencia de aneurismas, circunstancia que ampliamente se observó con mayor frecuencia para el circuito anterior, coincidente con los reportes bibliográficos realizados sobre este tema (4,12-14). También se puede apreciar que el estudio por ARM del círculo arterial cerebral y sus variaciones, predomina en adultos mayores, circunstancia que esté probablemente vinculada a la mayor prevalencia de patología cerebrovascular en esta edad.

## **CONCLUSIONES:**

En el presente estudio se logró correlacionar los hallazgos encontrados en estudios de AngioCT y secuencia 3D TOF en Resonancia Magnética en encéfalo, específicamente en estructuras vasculares del circulo de Willis.

Se concluyó que a pesar de que los dos métodos de estudio tienen una sensibilidad y especificidad similar el uno con el otro para detectar lesiones, variantes anatómicas y patología vascular dentro del circulo de Willis, el estudio con secuencias de resonancia magnética ofrece una mejor resolución en la imagen para el diagnóstico, un mapeo mucho mas extenso de las estructuras vasculares, es mucho mas rápido y reproducible, y no necesita de la administración de medio de contraste endovenoso.

El presente estudio confirmó que, en los pacientes, los estudios por resonancia magnética se realizan de una manera mas rápida y segura, evitando complicaciones por la administración del medio de contraste endovenoso, tales como la extravasación de este mismo sobre los tejidos adyacentes con la consecuente posibilidad de necrosis, así mismo disminuye la tasa de Nefropatía aguda por aplicación de medio de contraste.

En nuestro hospital estos hallazgos representan una alternativa para el diagnóstico de las alteraciones vasculares dentro del encéfalo, sin la necesidad de exponer al paciente a radiación, ni a la administración de medio de contraste endovenoso, lo que, representaría para el hospital un gran ahorro de material y así poderlo utilizar en otro tipo de procedimientos.

## **BIBLIOGRAFIA:**

1. Besada C. Ulloa M. Levy E. García R. Tomografía computada múltiple; Aplicaciones en SNC, cabeza y cuello, como y, cuando, ¿por que y para que? Pág. 153-157, servicio por imágenes. Hospital Italiano. Argentina 2009.
2. drake, R. Wayne, V. Adam W. Anatomía de Gray para estudiantes 3ed. Madrid Elzevir Págs. 26-42-56-93.
3. Eisenberg, R. Diagnostico por imagen, patrones de diagnostico diferenciales Vol. II. Madrid - España. Editorial Marban 2006. Págs. 815-820.
4. Fleckenstein, P, Bases anatómicas del diagnostico por imagen. Madrid España: editorial 2005. Págs. 160-165.
5. Hagga, J. Tomografía computarizada y Resonancia magnética, diagnostico por imagen corporal total. España: Mosby 2005 pág. 495. Vol. II.
6. Harnsberger Serie Radiología Clínica, cabeza y cuello, Madrid España: editorial Elzevir 2008 pág. 141-173.
7. Hofer, M. Manual practico de TC. Alemania ; Panamericana 2005. Págs. 39-45.
8. Isoardi R. Optimización de Análisis y reustro de Imágenes tomografías. Instituto Balseiro. Argentina 2010.
9. Lee, J. Stanley R. Body TC correlación RM Madrid - España : editorial Marban 2008 Pags. 142-149.
10. Osborn A. Angiografía cerebral, Madrid, Marban 2 Ed. 2005 Pags.:105, 241-246.
11. Pedrosa, C. Diagnostico por imagen, Vol. III Sistema Nervioso Central, Madrid - España. Editorial McGraw Hill Interamericana. 2006. Págs. 845-1450.
12. Ryan S. Mcnicolas, M y Eustace A. Anatomía para el diagnostico Radiológico. Madrid: Marban 2005. págs. 8-18.
13. Revista Argentina de neurocirugía, versión online ISSN 1850-1532, tratamiento endovascular de aneurismas cerebrales asintomáticos. Análisis de una serie de 118 casos Miguel Robles, Luis Lemme-Plaghos.
14. Boleaga-Duran B. & Cols., "Variantes anatómicas del circulo arterial de la base craneal", Revista Anales de la radiología, 2004, p.p. 239-241.
15. Gonzalez X. & Cols, "Angiotomografía craneal; variantes anatómicas mas frecuentes del polígono de Willis" ensayo iconográfico, Noviembre 2013, revista de Radiología Uruguaya.
16. Espagno, J. La circulation cérébrale du Morphologie au Fonctionnel normal ou pathologique. Tome 15. Supplément 2. Nancy, XIX Congrès annuel de la Société de Neurochirurgie de Langue française, 1999.

17. Hashemi, S.M.; Mahmoodi, R.; Amirjamshidi, A. *Variations in the Anatomy of the Willis' circle: A 3-year cross-sectional study from Iran (2006-2009). Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? Result of an anatomical study and review of literature.* *Surg. Neurol. Int.*, 2013; 4:65.
18. Malamateniou, C.; Adams, M.E.; Srinivasan, L.; Allsop, J.M.; Counsell, S.J.; Cowan, F.M.; Hajnal, J.V.; Rutherford, M.A. *The anatomic variations of the circle of Willis in preterm-at-term and term-born infants: an MR angiography study at 3T.* *A.J.N.R. Am. J. Neuroradiol.*, 2009; 30(10):1955-1962.
19. Martínez F.; Spagnuolo, E.; Calvo-Rubal, A.; Laza, S.; Sgarbi, N.; Soria-Vargas, V.R.; Prinzo, H. *Variaciones del sector anterior del polígono de Willis. Valoración anatomo-angiográfica y su implicancia en la cirugía de aneurismas intracraneos.* *Neurocir.* 2004; 15: 578-589.
20. Carriero, A.; Delle Monache, C.; Cuonzo, G.; Tartaro, A.; Palumbo, L.; Bonomo, L. *Angiografia a Risonanza Magnetica del circolo intracranico. Tecnica-anatomia.* *Radiol. Med. (Torino)*, 2000;80(5):588-593.
21. Pernicone, J.R.; Potchen, E.J. *Intracranial Vascular Anatomy.* En: Potchen, E.J.; Haacke, E.M.; Siebert, J.E.; Gottschalk, A. (Eds.). *Magnetic Resonance Angiography*, St Louis, Mosby, 1993.
22. Alcalá-Cerra, G.; Tubbs, R.S.; Niño-Hernández, L.M. *Anatomical features and clinical relevance of a persistent trigeminal artery.* *Surg. Neurol. Int.* 2012; 3:111.
23. Uchino, A.; Kato, A.; Takase Y.; Kudo S. *Persistent trigeminal artery variants detected by MR angiography.* *Eur. Radiol.*, 2000;10(11):1801-1804.
24. Uchino, A.; Kato, A.; Takase, Y.; Kudo, S. *Middle cerebral artery variations detected by magnetic resonance angiography.* *Eur. Radiol.*, 2000; 10(4):560-563.
25. Goldstein, J.H.; Woodcock, R.; Do, H.M.; Phillips, C.D.; Dion, J.E. *Complete duplication or extreme fenestration of the basilar artery.* *A.J.N.R. Am. J. Neuroradiology.*, 1999; 20(1):149-150.
26. Friedlander, R.M.; Ogilvy, C.S. *Aneurysmal subarachnoid hemorrhage in a patient with bilateral A1 fenestrations associate with an azygos anterior cerebral artery. Case report and literature review.* *J. Neurosurgeon.*, 1996; 84(4):681-684.
27. Takahashi, T.; Suzuki, S.; Ohkuma, H.; Iwabuchi, T. *Aneurysmal a duplication of the middle cerebral artery.* *A.J.N.R. Am. J. Neuroradiol.* 1994; 15(6):1166-1168

## ANEXOS



**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**Imagenología Diagnóstica y terapéutica**

**I.S.S.S.T.E.P.**



**FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

El que suscribe \_\_\_\_\_  
con número de afiliación \_\_\_\_\_ quien cuenta con el diagnóstico de \_\_\_\_\_, evento vascular cerebral o tumoración en estudio. Manifiesto que el Dr. Omar Avila Rosas me ha explicado de manera precisa y clara, el estudio de Resonancia magnética, el cual consiste en permanecer inmóvil durante 10 minutos en una camilla diseñada para este uso exclusivo dentro un resonador para obtener Imágenes que pudiera complementar el estudio que ya ha solicitado mi medico, ayudando a mejorar el diagnóstico.

Este tipo de estudio es un método no invasivo , no requiere sedación, no requiere medio de contraste y no existen efectos secundarios o adversos.

Doy consentimiento para realizar este estudio y para poder utilizar mis datos y los resultados única y exclusivamente para este estudio de investigación, no existe remuneración económica y este no afectara en la atención que reciba por parte de mi médico, ni en mi tratamiento.

Reconozco que me ha sido explicado ampliamente este documento y que comprendo plenamente su contenido, que tuve la oportunidad de formular preguntas y todas han sido explicadas a satisfacción y no me quedan dudas sobre el procedimiento que llevaran a cabo para mi diagnóstico.

NOMBRE DEL PACIENTE Y FIRMA.

NOMBRE DE FAMILIAR  
RESPONSABLE.

NOMBRE Y FIRMA DE MEDICO.