



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE PUEBLA**

**VARIANTES ANATÓMICAS DEL CÍRCULO ARTERIAL DE WILLIS  
EVALUADAS POR ANGIO TAC EN PACIENTES DEL HOSPITAL  
UNIVERSITARIO DE PUEBLA DURANTE EL PERIODO DE MAYO  
DEL 2018 HASTA JULIO DEL 2019.**

**AUTOR:**

**CARLOS IVÁN DÍAZ CERVANTES**

**MEDICO RESIDENTE DE TERCER AÑO DE LA ESPECIALIDAD  
DE RADIOLOGIA E IMAGEN**

**ASESOR METODOLÓGICO:**

**DRA. CHERYL ZILAHY DÍAZ BARRIENTOS.**

**ASESOR EXPERTO:**

**DR. EFREN FLORES SÁNCHEZ.**

**CO ASESOR:**

**DR. RICARDO CARDOSO GÜEREÑA.**

## Tabla de contenido

I.-RESUMEN.....	3
II.-INTRODUCCIÓN.....	5
Antecedentes generales.....	5
Antecedentes específicos.....	13
III.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
IV.-JUSTIFICACIÓN.....	16
V.-HIPÓTESIS CIENTIFICA.....	17
VI.-OBJETIVOS.....	18
VII.-MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
UNIVERSO DE TRABAJO.....	19
LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO.....	19
DISEÑO.....	20
IX.-RESULTADOS.....	25
X.-DISCUSIÓN.....	34
XI.-CONCLUSIONES.....	36
XII.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
XII.-ANEXOS.....	40

## **I.-RESUMEN**

### **VARIANTES ANATÓMICAS DEL CÍRCULO ARTERIAL DE WILLIS EVALUADAS POR ANGIO TAC EN PACIENTES DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE PUEBLA DURANTE EL PERIODO DE MAYO DEL 2018 HASTA JULIO DEL 2019.**

**Introducción:** El círculo de Willis es una conformación vascular que se integra de 9 aristas y 10 vasos encargados de mantener un flujo sanguíneo adecuado al cerebro y evitar el desarrollo de eventos isquémicos. Las variantes anatómicas en dicha estructura suelen asociarse a diferentes patologías en este nivel; por lo cual es importante detectarlas. Por otro lado, la presencia de estas variantes suelen no ser tan anómalas, ya que en México se ha reportado que hasta el 60% de la población lo presentan.

**Objetivo general:** Identificar las principales variantes anatómicas del círculo arterial de Willis evaluadas por angio TAC en el Hospital Universitario de Puebla.

**Metodología:** Estudio observacional, transversal y descriptivo donde evaluaron las variantes anatómicas del círculo arterial de Willis en todos los pacientes sometidos a angioTAC cerebral, se realizaron reconstrucciones axiales a nivel de la base del cráneo, con proyección de máxima intensidad. Se hizo análisis de resultados con el programa SPSS versión 2.5 con aplicación estadística descriptiva e inferencial, medidas de tendencia central y dispersión.

**Resultados:** Se analizaron 89 pacientes, con una media de edad de 33.82 años, el sexo femenino fue el más afectado (62.92% de la población) por las variantes anatómicas, la ausencia de las comunicantes posteriores (32.58% de todos los casos

totales) fue la variante más frecuente, seguida por la ausencia de la comunicante posterior derecha así como la dominancia de la arteria vertebral izquierda, con 7 pacientes para cada variante, sumando entre ambas un 15.72%, teniendo en cuenta que la dominancia de la arteria vertebral izquierda fue de 3.5 mm en su de diámetro transverso.

**Discusión:** Los hallazgos obtenidos en cuanto al tipo, localización y frecuencia de las variantes anatómicas del círculo arterial de Willis, así como la afectación del sexo femenino corresponden a lo reportado en la bibliografía estudiada.

**Palabras clave:** Polígono de Willis, malformaciones, angioTAC.

## **II.-MARCO TEÓRICO**

### **ANTECEDENTES GENERALES**

El polígono de Willis fue descrito en 1664 por Thomas Willis, el cual exhibe una anatomía conocida y sistematizada. El polígono de Willis se trata de un circuito vascular que interconecta la porción supraclinoidea de ambas carótidas internas, el segmento horizontal (A1) de las arterias cerebrales anteriores y el segmento horizontal (P1) de las arterias cerebrales posteriores mediante la arteria comunicante anterior y las arterias comunicantes posteriores respectivamente. Dicho polígono se forma de 9 lados, los cuales consisten en 3 ramas anteriores, 2 anterolaterales y 4 ramas posteriores.<sup>(2)</sup>

Su principal función es mantener una adecuada irrigación sanguínea en el cerebro y de esta manera protegerlo del desarrollo de una isquemia.<sup>(2)</sup> Por lo que suele tener otros circuitos colaterales que sirven de apoyo al polígono de Willis, los cuales también tienen la función de servir como contrapeso en caso de alguna alteración importante en el polígono de Willis.<sup>(3)</sup> Por lo que el círculo de Willis también funciona como un sistema de disipación de presión para poder reducir la presión y estrés de la barrera hematoencefálica.<sup>(4)</sup>

En la actualidad se tiene contemplado que entre el 18-25% de la población posee el polígono o círculo de Willis acorde a la descripción anatómica que se ha realizado de dicho circuito; sin embargo, la mayoría de las variantes se describen en los estudios post-mortem.<sup>(5)</sup> Si bien se ha descrito que las alteraciones del polígono de Willis tiene impacto directo en la presencia o desarrollo de eventos vasculares, también se ha relacionado cambios morfológicos del polígono de Willis con la distribución del flujo

sanguíneo basilar y aneurismas en dicho vaso.<sup>(6)</sup> En México se han descrito variantes anatómicas del polígono hasta en un 60% de la población estudiada.<sup>(1)</sup>

La etiología de las variantes anatómicas del circulo o polígono de Willis no se han esclarecido totalmente; sin embargo, existen estudios que han demostrado que cambios hemodinámicos durante la vida o desarrollo fetal juegan un papel importante en la forma final del polígono de Willis. Ejemplo de ello es el estudio que demostró que posterior al día 29 de la gestación y tras la formación de la arteria cerebral posterior, el circulo de Willis debe cerrar su circuito, por lo que cambios en el flujo hemodinámico en dichos eventos se altera la formación anatómica del mismo.<sup>(8)</sup>

También existen estudios que han descrito que la prevalencia de una circulación fetal se relaciona con la zona o el área del polígono de Willis afectada; ya que la prevalencia de la circulación fetal se asocia altamente con alteraciones o aneurismas en la arteria comunicante posterior del polígono de Willis, mientras que en los pacientes donde se identifica el daño morfológico en la arteria cerebral anterior se encuentra una baja frecuencia de circulación fetal.<sup>(9)</sup>

Otro soporte para la teoría fetal es el desarrollo o diámetro de la arteria basilar, la cual se mantiene o preserva una relación inversamente proporcional con la circulación fetal del polígono de Willis y su flujo.

Por otro lado, se ha observado un componente genético, ya que las personas con familiares de primer grado que han presentado una hemorragia subaracnoidea derivado de un aneurisma del polígono de Willis tienen mayor riesgo de padecer un evento similar en la misma zona o región de dicho circuito. Lo cual ha sido observado como una hipoplasia de la arteria comunicante anterior.

Respecto a las zonas con mayor número de alteraciones o donde las alteraciones suelen ser más frecuentes son en la parte posterior, específicamente en la arteria

comunicante posterior. Mismas que se han asociado con dos tipos de enfermedades principalmente que son los aneurismas y enfermedades psiquiátricas.<sup>(1)</sup>

Las alteraciones o variaciones anatómicas que principalmente se han descrito para el círculo de Willis se han clasificado en base a su característica anatómica principalmente:

- Agenesia
- Hipoplasia

Estos dos tipos de cambios morfológicos del polígono de Willis se han reportado hasta en un 70% de la población. Siendo que el diagnóstico o el hallazgo casi siempre es derivado de estudios postmortem o bien del empleo de técnicas de imagen como la angiografía y la angiografía por resonancia magnética y más recientemente mediante el empleo de imágenes 3D<sup>(5)</sup>.

Los estudios de imagen han apoyado en la identificación de las variantes anatómicas y su relación con el desarrollo de diversas patologías, siendo las principales las patologías de tipo isquémicas. Sin embargo las alteraciones isquémicas con las que se asocia no solo se limitan a las cerebrales, ya que también se han asociado las variantes anatómicas con un mayor riesgo de choque isquémico por oclusión de la carótida interna.

Estos últimos hallazgos son gracias a técnicas como el Doppler, mientras que la angiografía y la angiografía mediante resonancia han permitido establecer la relación existente entre las variantes anatómicas y los choques isquémicos.

Sin duda la ventaja de la angiografía es que nos permite identificar otras alteraciones que no sean solamente las agenesias o hipoplasias; entre las que se encuentran los vasos espasmos, malformaciones arteriovenosas, disecciones o trombos venosos.<sup>(1)</sup> Además de que es un método rápido y poco o nada invasivo que nos permite identificar

lesiones desde 5 mm (cabe aclarar que en lesiones o aneurismas de 2 mm o menos se pierde el 50% de sensibilidad).<sup>(2)</sup>

## VARIANTES ANATÓMICAS DEL CÍRCULO ARTERIAL DE WILLIS

El círculo de Willis ha sido estudiado por numerosos científicos, tales como Ferré JC, et al, Kedia S, et al, y Pino Mederos, la complejidad de este circuito vascular está determinado por sus variantes anatómicas como por ejemplo la hipoplasia, agenesia, duplicación, resultando en diferentes vías de circulación colateral, a continuación esquematizamos las variantes más comunes, incluyendo la circulación anterior y posterior.<sup>(5)</sup>

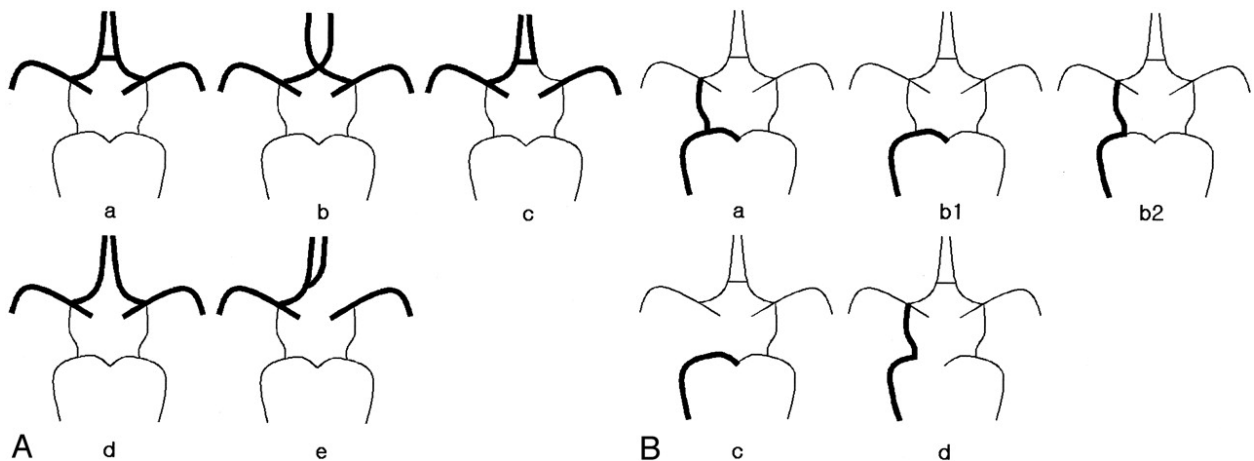


figura 1. tomada de Jeong Hyun Lee, Choong Gon Choi, Do Kyun Kim, Geun Eun Kim, Ho Kyu Lee and Dae Chul Suh, American Journal of Neuroradiology April 2004, 25 (4) 558-564;

El angioTAC cerebral es una herramienta útil en la HSA (hemorragia subaracnoidea) no traumática ya que permite la detección de la causa (aneurismas, malformaciones arteriovenosas o Fístulas arteriovenosas) y la planificación del tratamiento. <sup>(2)</sup>

El angioTAC cerebral precisa de manipulación postproceso, cuya influencia sobre el grado de detección de aneurismas se desconoce, aunque se supone que los mismos datos procesados con técnicas y equipos diferentes producirán diferentes grados de detección.

Limitaciones del angio TAC:

- \*No visualiza los vasos de pequeño calibre.
- \*Dificultad para diferenciar una dilatación infundibular de un aneurisma.
- \*Artefacto de vasos en kissing (fusión de dos vasos que contactan sus paredes).
- \*Confusión de venas con aneurismas.
- \*Incapacidad para representar las calcificaciones y los trombos en las imágenes 3D.
- \*Artefacto de endurecimiento del rayo producido por clips quirúrgicos.

Estas limitaciones aumentan cuando la técnica no ha sido correctamente realizada y las arterias no alcanzan su máximo grado de realce.

Técnica del angio TAC

Los parámetros empleados estandarizados son los siguientes:

- \*Técnica de 120 Kvp (kilovoltaje), 270 mAs (miliamperaje).
- \*Colimación de 64 x 0,625, desplazamiento de 0,9 mm por rotación y un tiempo de rotación de 0,5 segundos.
- \*Reconstrucciones con espesor de corte de 1 mm y un incremento 0,5 mm, el FOV (campo de visión) es de 220 mm y la resolución estándar.

Los medios de contraste utilizados son no iónicos iodados como el gadolinio, la inyección se realiza mediante inyector en vía periférica con 18 G en antebrazo.

Parámetros de la inyección: 80 cc de contraste a un flujo de 5 cc/s seguido de 40 cc de suero salino a 5 cc/s.

Se utiliza el bolus tracking para alcanzar un grado óptimo de realce arterial, el ROI (región de interés) se posiciona en la arteria carótida común, el corte de prueba y el tracker se colocan por debajo de la mandíbula, ya que en esta localización es más fácil identificar la carótida común.

Mediante la técnica bolus tracking el estudio se inicia hasta llegar hasta 70 unidades Hounsfield en la región de interés con un retraso postumbrales de 4 segundos.

En los casos en los que la inyección no ha sido correcta se vuelve a realizar una segunda adquisición elevando el umbral de disparo hasta 100-150 unidades Hounsfield o con disparo manual.

El volumen explorado incluye desde el atlas hasta el vértex, es importante incluir el atlas para asegurar que se incluye las arterias cerebelosas posteroinferiores que pueden tener origen extracraneal hasta en el 18% de los casos para terminar en el vértex sin perder las malformaciones vasculares altas.

Análisis del angioTAC:

El estudio es analizado con el software para análisis vascular.

Se revisan las imágenes en el plano axial, coronal y sagital, con ventana en la que el vaso pueda ser diferenciado de las partes blandas y del hueso de la base del cráneo aproximadamente centro de 150 y ancho de 500 unidades Hounsfield (UH).

Insistiendo en las zonas donde el estudio sin contraste existe signos localizadores y en las zonas donde son más frecuentes los aneurismas.

Posteriormente se aumenta el espesor de corte a 3 mm, se revisan nuevamente las reconstrucciones multiplanares (MPR) en modalidad de proyección de máxima intensidad (MIP).

Proyección de máxima intensidad MIP:

La proyección de máxima intensidad se utiliza para crear la imagen los vóxel más brillantes agrupándolos en un solo plano. Es útil para diferenciar el hueso y las calcificaciones porque tienen una atenuación mucho más alta que el contraste.

La modalidad de proyección de máxima intensidad (MIP) se utiliza en reconstrucciones multiplanares de 3- 5 mm de espesor. Es incorrecto utilizarla en el angioTAC cerebral para reconstrucciones 3D porque al agrupar todos los vóxel, no permite diferenciar los aneurismas de los vasos de los que depende y los aneurismas pequeños pueden quedar incluidos o eclipsados por la densidad del vaso y no ser detectados.

Este tipo de reconstrucciones son fáciles de realizar ya que no dependen de ningún umbral por lo que las arterias pequeñas se observan sin ningún problema.

En las reconstrucciones multiplanares se realizan las medidas del aneurisma de una manera más fiable, se valoran los diámetros máximos del aneurisma, tamaño del cuello y relación cuello/saco. Aunque en aneurismas pequeños (<5 mm) la medida de la relación del cuello/saco puede no ser fiable.

Volumen rendering (VR).

Las imágenes 3D son aquellas con volumen rendering (VR) con asignación automática de colores que por defecto tiene la estación de trabajo para la modalidad vascular cerebral. Aunque existen varios modelos de reconstrucción en los que se asigna colores diferentes a la densidad hueso y a los vasos, no se ha descrito que el color escogido determine una mayor sensibilidad en la detección de aneurismas.

El volumen rendering selecciona grupos de vóxel según su atenuación y les asigna un color y un nivel de opacidad. Cuando se usa para hacer angiografías los vóxel de mayor atenuación que corresponden al hueso se selecciona separadamente de los que tienen una atenuación entre 100-300 unidades Hounsfield (UH) que contienen información que corresponden a vasos, esta selección crea imágenes 3D mostrando las arterias en color diferente del hueso.

Se realiza un recorte de la calota paralelo a la base del cráneo que permite realizar una inspección desde una vista craneal.

Posteriormente se elimina el hueso bien de manera manual o recorte automático con umbral de 350 unidades Hounsfield (UH), vigilando que no desaparezcan estructuras de interés.

Se identifica la lesión después se realiza el análisis morfológico así mismo las mediciones de los diámetros y la relación con el cuello. Posteriormente se recorta el vaso afectado, magnificándolo sin llegar a producir borrosidad o pixelación de la imagen.<sup>(21)</sup>

## ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

En cuanto a los diferentes estudios realizados en materia de variantes anatómicas del círculo arterial de Willis evaluadas por Angio TAC tenemos el estudio de Angiotomografía cerebral: “variantes anatómicas más frecuentes del polígono de Willis ensayo iconográfico” de la Dra. Ximena González y el Dr. Fernando Landó, en las cuales se excluyeron las variantes carótido basilares y de la base del cráneo, se llevó a cabo el análisis descriptivo observacional retrospectivo durante el periodo de 1 diciembre 2009 al 31 agosto 2013.

En este estudio se identificaron las variantes más frecuentes las cuales estuvieron relacionadas con las arterias cerebrales posteriores y los segmentos A1 de la arteria carótida interna con un porcentaje de hasta el 60% de los casos. Dentro de las cuales se observaron con relevancia clínica importante, como por ejemplo el aumento en la incidencia aneurismas y malformaciones, eventos oclusivos, o procedimientos quirúrgicos.<sup>(1)</sup>

Otro estudio importante fue elaborado por la Dra. Jiménez Sosa Michelle Stephanie et al. En el cual se describieron variantes anatómicas de la circulación anterior del polígono de Willis, realizada en el 2017 a 283 pacientes mexicanos, se demostró que al menos una variante atípica en un tercio de la población estudiada (33,93 %) estaba presente. La variante atípica más común fue la ausencia de la arteria comunicante anterior (14,1 %), se encontró asociación significativa con la hipoplasia del segmento A1 derecha y la hipoplasia de A1 izquierda y A2 derecha; mientras que la hipoplasia de A1 izquierda se asoció a la variante hipoplasia de A2 derecha, encontrándose mayor tendencia de aparición de aneurismas en función del menor diámetro del segmento A2 derecho de la arteria cerebral anterior (ACA). La presencia de variantes atípicas representa una cifra importante que deberá tomarse en cuenta en procedimientos clínicos y quirúrgicos.<sup>(23)</sup>

Así mismo encontramos otro estudio de variantes anatómicas de la circulación anterior y posterior, realizado en España en el año 2000 por Eduardo Nogués Pelayo y Luis Aparicio Bellver de la Universidad de Valencia, en dicho estudio se realizó medición del calibre de las arterias que conforman el círculo arterial de Willis teniendo como resultado de 135 pacientes el calibre medio de las arterias de la porción anterior fue de 3.5 mm, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre sexos.<sup>(24)</sup>

En la porción posterior del círculo arterial de Willis el calibre medio fue de 2.8 mm, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre sexos. El punto de corte fue de 1.2 mm, teniendo como relevancia un riesgo elevado de aneurismas, hemorragia subaracnoidea y vaso-espasmo. También encontramos estudios solo enfocados al estudio de las variantes de la circulación anterior como la arteria ácidos de la cerebral anterior el cual es un vaso formado por la fusión de ambas arterias pericallosas. Su presencia en series anatómicas es inferior al 5% de los casos. En este estudio se presentaron dos casos de arteria ácidos asociados a un aneurisma intracraneal así mismo a una malformación arteriovenosa.

El primero caso fue de una paciente de 52 años con un cuadro de hemorragia subaracnoidea. Con una tomografía de cráneo contrastada se confirmó el diagnóstico. Así mismo se realizó angiografía demostrando aneurisma en la arteria cerebral anterior con posterior clipaje.

El segundo caso fue de un hombre que presentó un hematoma intraparenquimatoso con antecedente de una operación por una malformación arteria-venosa, una nueva angiografía demostró un remanente de la malformación vascular nutrido por ramas de una de las arterias ácidos, quien se operó exitosamente, pero falleció por sepsis. Este tipo de variante anatómica del círculo arterial de Willis se asocia con formación de aneurismas intracraneales y alteraciones anatómicas de la línea media cerebral.<sup>(25)</sup>

### **III.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La variabilidad del circulo arterial de Willis en base a la literatura revisada predispone a la formación de aneurismas, fístulas arteriovenosas, malformaciones arterio venosas, así mismo es de mucha utilidad para el abordaje neuroquirúrgico cuando lo amerite.

En nuestro país se posee poca información estadística al respecto, por lo tanto, surge la necesidad de realizar una investigación centrada en la evaluación de las variantes anatómicas del circulo arterial de Willis en pacientes del Hospital Universitario de Puebla, mediante la tomografía axial computada con medio de contraste endovenoso, la cual es una herramienta muy útil con un costo muy accesible para todo el público.

#### **IV.-JUSTIFICACIÓN**

Las variantes anatómicas del polígono de Willis presentan una frecuencia más alta de lo que pensamos a nivel internacional; de las cuales aún se desconoce la etiología exacta o motivos por lo cual sucede. Sin embargo, la prevalencia de alteraciones de la misma es muy alta ya que solamente en México se ha reportado que hasta un 60% de la población puede presentar dichas alteraciones.

El presente estudio permitirá conocer la prevalencia de las alteraciones y tipo de alteraciones en los pacientes del Hospital Universitario de Puebla. Este conocimiento permitirá tener un mejor acercamiento a los riesgos cerebro vascular a los que esta predispuesta y expuesta la población de dicha entidad.

Dicho conocimiento sería totalmente nuevo en la región e incluso en el país. Ya que dicho tema ha sido poco explorado en nuestra nación, permitiendo conocer el perfil de riesgo de accidentes vasculares, formación de aneurismas, fístulas, malformaciones arterio venosas o abordajes quirúrgicos cuando así lo ameriten.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las principales variantes anatómicas del círculo arterial de Willis evaluadas por angio TAC en el Hospital Universitario de Puebla durante el periodo de Mayo del 2018 hasta julio del 2019?

## **V.-HIPÓTESIS**

Ho: Al ser un estudio observacional y descriptivo no se realizó hipótesis. Los estudios cualitativos no tienen hipótesis de partida o base.

Ha: Al ser un estudio observacional y descriptivo no se realizó hipótesis. Los estudios cualitativos no tienen hipótesis de partida o base.

## **VI.-OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Se identificaron las principales variantes anatómicas del círculo arterial de Willis evaluadas por angio TAC en el Hospital Universitario de Puebla durante el periodo de Mayo del 2018 hasta julio del 2019.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Se describieron los tipos de variantes anatómicas que conforma el círculo arterial de Willis incluyendo la circulación anterior, posterior y carótido vertebrobasilar.
- Se describió la prevalencia de las variantes anatómicas del círculo arterial de Willis en los pacientes del hospital universitario de Puebla en el periodo de mayo del 2018 hasta julio del 2019.
- Se describieron los síntomas neurológicos y la prevalencia de los mismos, en los pacientes sometidos a la angio tomografía cerebral del hospital universitario de Puebla en el periodo de mayo del 2018 hasta julio del 2019.

## **VII.-SUJETOS MATERIAL Y MÉTODOS**

### **UNIVERSO DE TRABAJO:**

Pacientes del Hospital Universitario de Puebla quienes acudieron a la realización de Angio TAC cerebral durante el periodo de Mayo del 2018 hasta julio del 2019.

### **LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO**

El estudio se llevó cabo en el Hospital Universitario de Puebla BUAP localizado en Avenida 27 Poniente 1314, colonia Los Volcanes. Puebla, Puebla.

## **DISEÑO**

- El estudio realizado fue de tipo observacional, transversal y descriptivo, se incluyeron pacientes a quienes se le realizó angio TAC cerebral simple y contrastada durante el periodo de Mayo del 2018 hasta julio del 2019.

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El número de pacientes incluidos en esta investigación fueron 89 todos ellos cumplieron con los criterios de selección durante el periodo de Mayo del 2018 hasta julio del 2019, durante el presente estudio no se eliminó ningún paciente.

## DEFINICIÓN DE VARIABLES

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>UNIDAD DE MEDICIÓN</b>
Variable anatómica	Cambios en el círculo arterial de Willis que difieran de la anatomía característica del círculo arterial de Willis	Se obtendrá de los resultados del círculo arterial de Willis	Cualitativa nominal	-Si -No
Localización de la variante anatómica	Región del polígono de Willis que presenta la variable anatómica	Se obtendrá del expediente clínico	Cualitativa nominal	-Persistencia -Cerebral anterior -Arteria cerebral media -Arteria cerebral posterior -Vertebro basilares -Arteria cerebelosa -Carótidas vertebrales
Tipo de alteración anatómica	Tipo específico de alteración anatómica encontrada en el polígono de Willis	Se obtendrá del expediente clínico	Cualitativa nominal	-Anastomosis -Duplicación -Ausencia -Persistencia -Hipoplasia -Accesoria -Bifurcación -Fenestración

Edad del paciente	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de la persona medido en años	Se obtendría del expediente clínico	Cuantitativa discreta	Años
Sexo	Tipo de fenotipo que hace distinción a una mujer y hombre de especie	Se obtendría del expediente clínico	Cualitativa nominal	Mujeres Hombres
Comorbilidades	Enfermedades que padezca el paciente	Se obtendría del expediente clínico	Cualitativa nominal	Diagnóstico
Diagnóstico de ingreso	Diagnostico por el cual se solicita el estudio	Se obtendría del expediente clínico	Cualitativa nominal	Diagnostico

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

El presente estudio fue aprobado por el comité de ética del Hospital Universitario de Puebla, se revisaron los registros del área de Imagenología del hospital, esto fue para obtener los nombres o números de expedientes de los pacientes sometidos a dicho estudio.

Con la información obtenida se realizó una base de datos en Excel, misma que se utilizó para la realización el análisis estadístico, las gráficas y tablas.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis estadístico se llevó a cabo en el programa IBM SPSS v25 (USA). Para la presentación de los resultados se utilizaron tablas y gráficos. Las variables de tipo cualitativo se analizaron mediante frecuencias y porcentajes; mientras que las variables cuantitativas se revisaron mediante medidas de tendencia central.

## IX.- RESULTADOS.

Desde el 01 de mayo del 2018 Hasta el 10 de Julio de 2019 se revisaron un total de 89 pacientes quienes acudieron a la realización de Angiotomografía cerebral, de los cuales no se eliminó ningún paciente. La población estudiada tiene una edad mínima de 5 años y la máxima de 87 años, con una media de 33.82, tal como se muestra en la tabla 1.

**TABLA 1. NÚMERO DE PACIENTES, EDAD MÍNIMA, EDAD MÁXIMA, EDAD MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.**

<b>MEDIA PARA LA EDAD</b>					
	<b>N</b>	<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>
<b>EDAD</b>	89	5	87	33.82	22.28

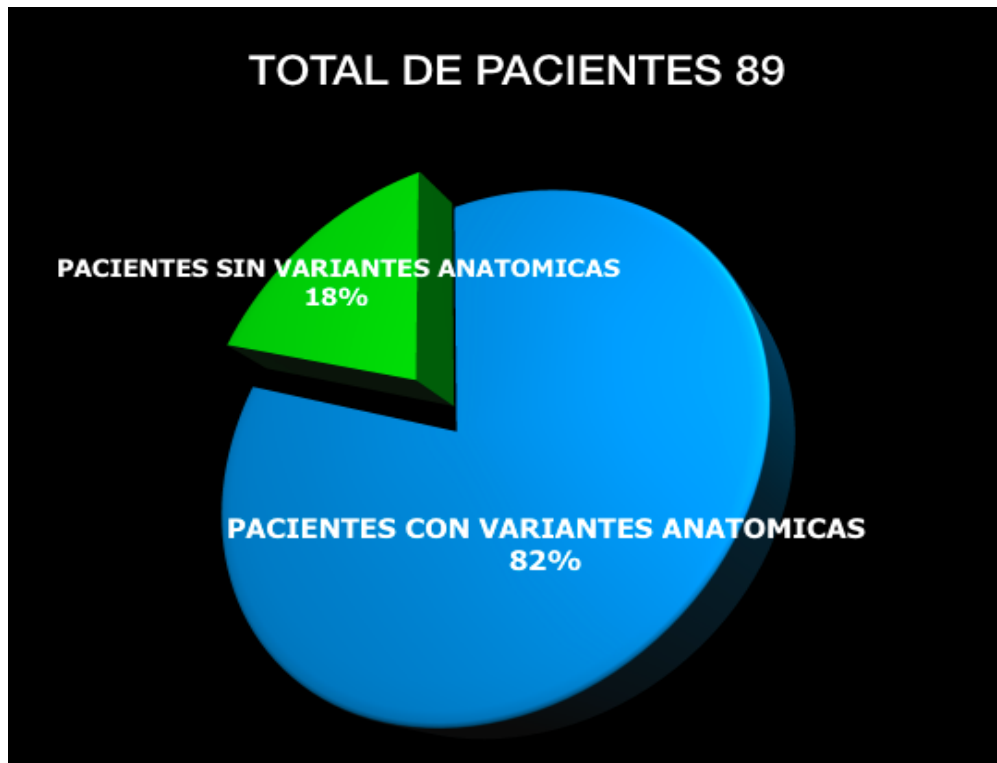
Del total de 89 pacientes evaluados encontramos que 73 presentaban algún tipo de variante anatómica del círculo arterial de Willis lo que corresponde a un 82%, el resto que fueron 16 con un porcentaje del 18% no las presentaban por lo cual su círculo de Willis estaba completo, se representa en la tabla 3 y gráfica 2.

**TABLA 3. NÚMERO DE PACIENTES CON VARIANTES ANATÓMICAS Y SIN VARIANTES.**

<b>PACIENTES CON VARIANTES ANATOMICAS</b>	73
<b>PACIENTES SIN VARIANTES ANATOMICAS</b>	16
<b>TOTAL DE PACIENTES</b>	89

TABLA 3.

**GRAFICA 2. NÚMERO DE PACIENTES CON VARIANTES ANATÓMICAS Y SIN VARIANTES.**

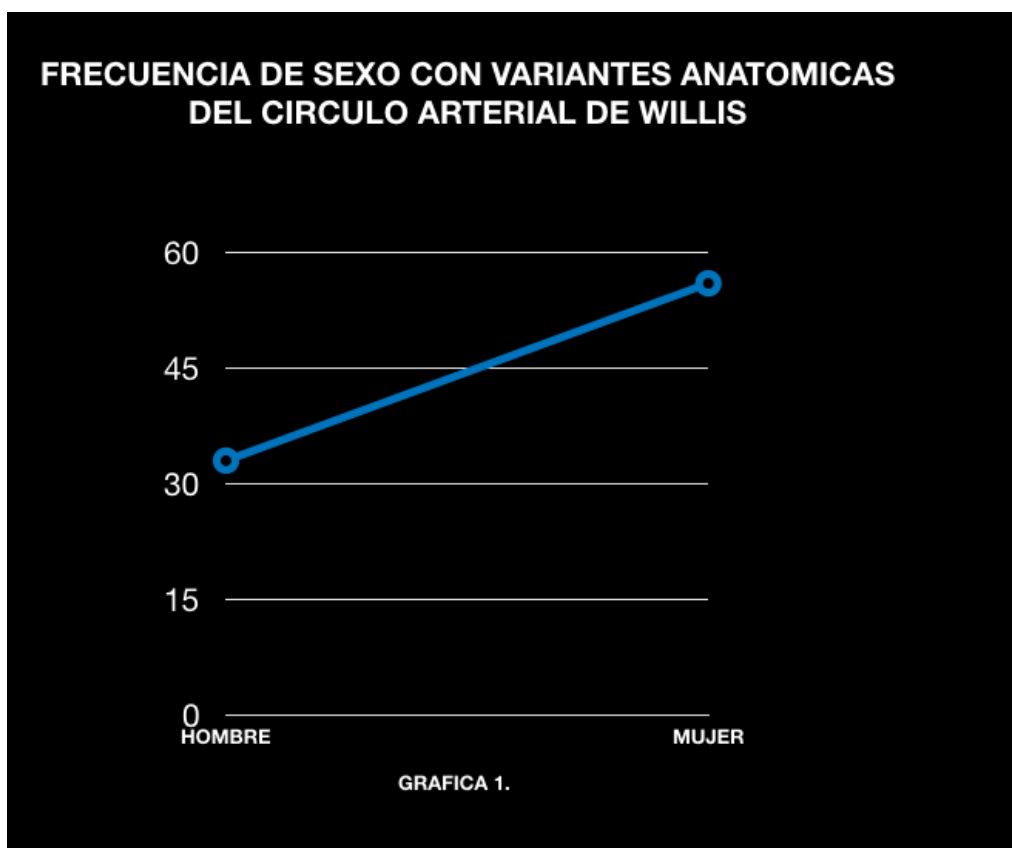


Encontramos en nuestro estudio que el sexo con más prevalencia de variantes anatómicas fue el sexo femenino con un total de 56, el cual representa un porcentaje del 62.92%, mientras que los hombres solo representan el restante un 37.07%, representado la tabla 2 y gráfica 1.

**TABLA 2. NUMERO DE PACIENTES CON VARIANTES ANATÓMICAS ASOCIADAS AL GÉNERO**

SEXO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
HOMBRE	33	37.07
MUJER	56	62.92
TOTAL	89	100

**GRAFICA 1. NÚMERO DE PACIENTES CON VARIANTES ANATÓMICAS ASOCIADAS AL GÉNERO**



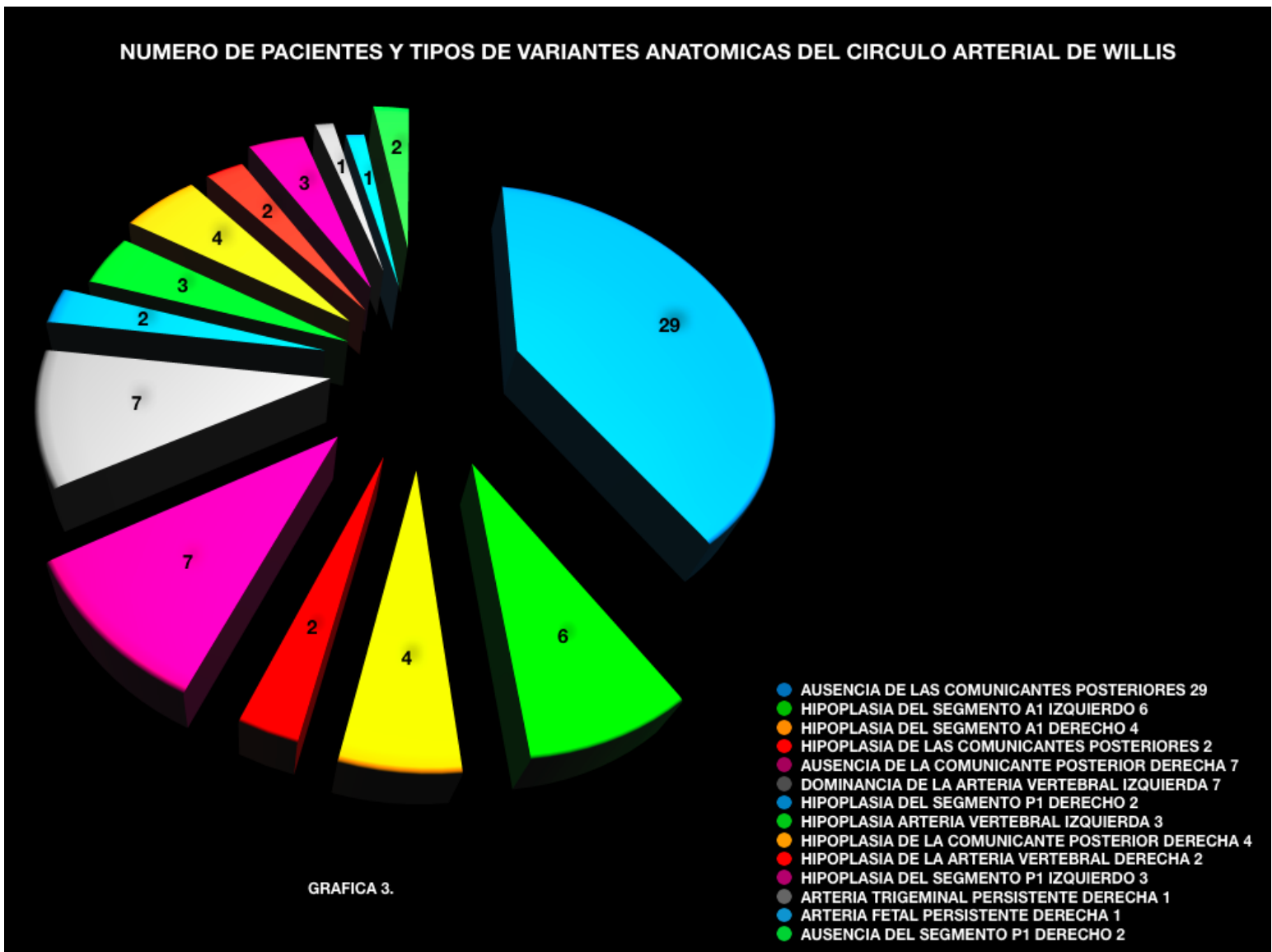
De las variantes anatómicas del círculo arterial de Willis la más frecuente fue la ausencia de las comunicantes posteriores con 29 pacientes abarcando un porcentaje del 32.58%, esto se representa en la tabla 4 y gráfica 3.

**TABLA 4. TIPOS DE VARIANTES ANATÓMICAS OBSERVADAS EN ESTA INVESTIGACIÓN**

TIPO DE VARIANTE ANATOMICA	NUMERO DE PACIENTES	PORCENTAJE %
AUSENCIA DE LAS COMUNICANTES POSTERIORES	29	32.58
HIPOPLASIA DEL SEGMENTO A1 IZQUIERDO	6	6.74
HIPOPLASIA DEL SEGMENTO A1 DERECHO	4	4.49
HIPOPLASIA DE LAS COMUNICANTES POSTERIORES	2	2.24
AUSENCIA DE LA COMUNICANTE POSTERIOR DERECHA	7	7.86
HIPOPLASIA DEL SEGMENTO P1 DERECHO	2	2.24
DOMINANCIA DE LA ARTERIA VERTEBRAL IZQUIERDA	7	7.86
HIPOPLASIA ARTERIA VERTEBRAL IZQUIERDA	3	3.37
HIPOPLASIA DE LA COMUNICANTE POSTERIOR DERECHA	4	4.49
HIPOPLASIA DE LA ARTERIA VERTEBRAL DERECHA	2	2.24
HIPOPLASIA DEL SEGMENTO P1 IZQUIERDO	3	3.37
ARTERIA TRIGEMINAL PERSISTENTE DERECHA	1	1.12
ARTERIA FETAL PERSISTENTE DERECHA	1	1.12
AUSENCIA DEL SEGMENTO P1 DERECHO	2	2.24

**TABLA 4.**

**GRAFICA 3. TIPOS DE VARIANTES ANATÓMICAS OBSERVADAS EN ESTA INVESTIGACIÓN**



En cuanto a la presencia de los síntomas neurológicos de los pacientes quienes se sometieron a la angioTAC, encontramos 63 con sintomatología que corresponde a un 70.78%, el resto fueron 26 pacientes.

Dentro de las síntomas más comunes encontramos a la cefalea occipital y cefalea hemicraneana con 25 y 26 pacientes respectivamente, ambos sumaron un 80.94%, representados en la tabla 5.

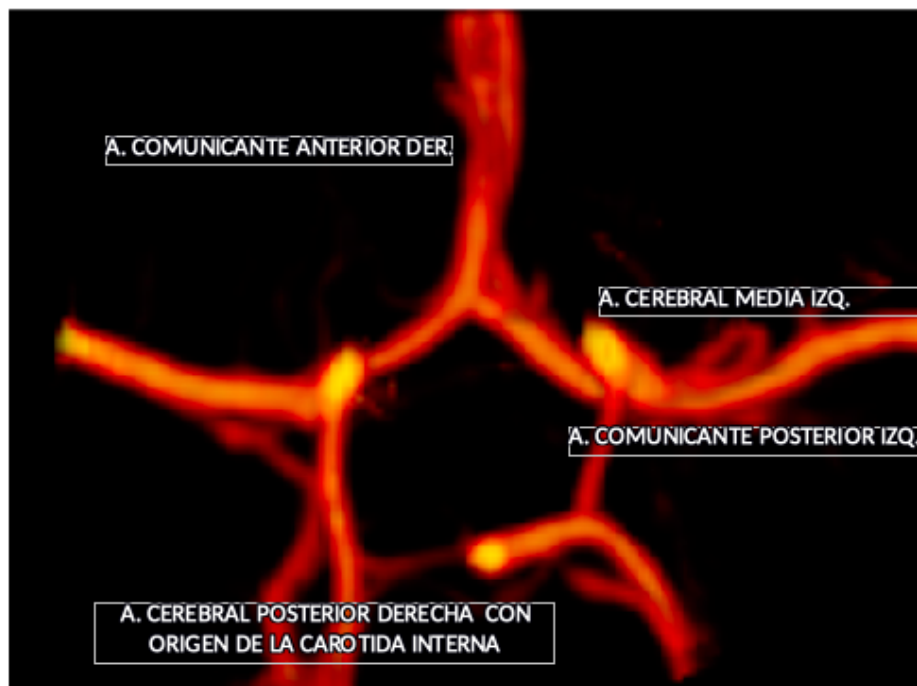
**TABLA 5. SÍNTOMAS CON MAYOR FRECUENCIA OBSERVADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN**

DATOS CLINICOS	NUMERO DE PACIENTES	PORCENTAJE%
CEFALEA OCCIPITAL	25	39.68
CEFALEA HEMICRANEANA	26	41.26
NEURALGIA DEL TRIGEMINO	2	3.17
DIPLOPIA	4	6.34
SINDROME VERTIGINOSO	6	9.52
TOTAL DE PACIENTES	63	100

TABLA 5.

Dentro de los hallazgos especiales encontramos un aneurisma sacular con cuello de 1.2 mm, con ecuador de 4.3 mm y diámetro base-domo de 2.3 mm, dependiente de la arteria carótida derecha en su segmento supraclinoideo asociado a hipoplasia vertebral derecha, así mismo de las variantes anatómicas menos frecuentes reportadas en la literatura encontramos en esta investigación el origen fetal de la arteria cerebral posterior derecha con hipoplasia del segmento P1 ipsilateral, como se observa en la figura 1.

**FIGURA 1. ORIGEN FETAL DE LA ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR DERECHA CON HIPOPLASIA DEL SEGMENTO P1 IPSILATERAL**



## **X.- DISCUSIÓN.**

La relevancia de este estudio se basa en que la evaluación del círculo arterial de Willis por Angiotomografía buscando intencionadamente las variantes anatómicas es fácil, accesible, no invasivo, con menos complicaciones que otros procedimientos vasculares, como por ejemplo la angiografía con substracción digital, lo cual se asemeja a las investigaciones realizadas por los doctores Ximena González y el Dr. Fernando Landó titulado “Angiotomografía cerebral: variantes anatómicas más frecuentes del polígono de Willis ensayo iconográfico”, ellos reportaron una prevalencia del 60% es de importancia mencionar que ellos excluyeron a las variantes anatómicas de tipo carótido basilares y de la base del cráneo, comparándolo con nuestro estudio se obtuvo un 82%, tomando en cuenta que el estudio de la Dra. Ximena González fue en un periodo mayor de tiempo 5 años para ser exactos.

La variante anatómica más frecuente encontrada en este estudio fue la ausencia de las comunicantes posteriores con 29 pacientes lo que corresponde a 32.58%, con similares resultados en cuanto al tipo de variante anatómica reportada en la literatura, pero con un porcentaje más alto en cuanto a prevalencia resultado del tamaño de la muestra, así como en esta investigación se incluyeron las variantes de tipo circulación anterior, posterior, carótido basilares y de la base del cráneo.

En segundo lugar de frecuencia tenemos a la ausencia de la comunicante posterior derecha y dominancia de la arteria vertebral izquierda, con 7 pacientes para cada variante, sumando entre ambas un 15.72%, teniendo en cuenta que la dominancia de la arteria vertebral izquierda fue de 3.5 mm de diámetro transversal, lo anterior se correlaciona con la investigación de los doctores Milenkovic Z. Vucetic, donde se

demonstró que la circulación posterior presentaba mayor número de variantes anatómicas.

En tercer lugar de frecuencia tenemos la hipoplasia del segmento A1 izquierdo con un total de 6 pacientes que corresponde a un 6.74%, así mismo en nuestra investigación obtuvimos que la mayor frecuencia en cuanto a lateralidad fue derecha, no siendo referida en la literatura.

En cuanto a la presencia de los síntomas neurológicos de los pacientes quienes se sometieron a la angioTAC, encontramos 63 con sintomatología que corresponde a un 70.78%, el resto fueron 26 pacientes. Dentro de los síntomas más comunes encontramos a la cefalea occipital y cefalea hemicraneana con 25 y 26 pacientes respectivamente, ambos sumaron un 80.94%.

Dentro de los hallazgos especiales encontramos un aneurisma sacular dependiente de la arteria carótida derecha en su segmento supraclinoideo asociado a hipoplasia vertebral derecha, que corresponde con la literatura acerca de la mayor frecuencia de formación de aneurismas en la circulación anterior.

Con los datos previamente expuesto se demuestra que las variantes anatómicas del circulo arterial de Willis son muy frecuentes en nuestra población llegando hasta un 82%, esto nos permite conocer el riesgo que tienen los pacientes de formación de aneurismas y por consiguiente la hemorragia subaracnoidea, la presencia de malformaciones arteriovenosas, fístulas así como la intervención neuroquirúrgica cuando así sea necesario, siendo la Angiotomografía de cráneo una herramienta muy útil y sobre todo accesible para la valoración del polígono de Willis.

## **XI.- CONCLUSIONES**

La presencia de las variantes anatómicas del círculo arterial de Willis en nuestra población tiene relación con lo reportado en la literatura antes expuesta llegando hasta en un 82%.

La ausencia de las arterias comunicantes posteriores fue la variante anatómica más frecuente reportada en nuestra investigación. La edad media de presentación fue de 33.82 años y el sexo femenino es el más afectado.

La tomografía axial computada de cráneo con medio de contraste endovenoso, demostró ser una herramienta muy útil, poco invasiva y accesible para la valoración del círculo arterial de Willis. El aumentar nuestra muestra de población podría reforzar los hallazgos demostrados en nuestra basal, por lo consiguiente se obtendría mayor impacto en los datos obtenidos.

El presente estudio puede ampliar los hallazgos en relación a un mejor abordaje sobre la etiología de la formación de los aneurismas y su secuela más mortal la hemorragia subaracnoidea.

Teniendo en cuenta todos estos datos obtenidos en esta investigación previamente expuesta, no obliga como profesionales en radiología e imagen en activo a conocer las variantes anatómicas del círculo arterial de Willis y sus implicaciones, como por ejemplo el riesgo de formación de aneurismas, eventos isquémicos, hemorragia subaracnoidea y abordajes neuroquirúrgicos. Teniendo en cuenta que un diagnóstico oportuno repercute de manera importante en las secuelas de dichas patologías.

De igual modo esto no exime al médico clínico quien deberá estar igualmente obligado a conocer sobre las variantes anatómicas, sus repercusiones clínicas y sobre todo para instaurar el tratamiento adecuado y oportuno.

## **XII.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. González X, Landó FJRI. Angiotomografía cerebral: variantes anatómicas más frecuentes del Polígono de Willis ensayo iconográfico. 2014;17(2):93-7.
2. Karatas A, Yilmaz H, Coban G, Koker M, Uz A. The Anatomy of Circulus Arteriosus Cerebri (Circle of Willis): A Study in Turkish Population. Turk Neurosurg. 2016;26(1):54-61.
3. Hendrikse J, J Hartkamp M, Hillen B, P.T.M. Mali W, van der Grond J. Collateral ability of the circle of Willis in patients with unilateral internal carotid artery occlusion - Border zone infarcts and clinical symptoms 2001. 2768-73 p.
4. Vrselja Z, Brkic H, Mrdenovic S, Radic R, Curic GJJ. Cerebral Blood Flow, Metabolism. Function of circle of Willis. 2014;34(4):578-84.
5. Eftekhar B, Dadmehr M, Ansari S, Ghodsi M, Nazparvar B, Ketabchi E. Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? - Results of an anatomical study and review of literature. BMC Neurol. 2006;6:22.
6. Horikoshi T, Akiyama I, Yamagata Z, Sugita M, Nukui H. Magnetic resonance angiographic evidence of sex-linked variations in the circle of willis and the occurrence of cerebral aneurysms. J Neurosurg. 2002;96(4):697-703.
7. García JJP, Collado MGJ. Modificaciones en el circuito arterial del cerebro. 1995(42):39-41.
8. Kondori BJ, Azemati F, Dadseresht SJA. Magnetic resonance angiographic study of anatomic variations of the circle of Willis in a population in Tehran. 2017;20(4).
9. Silva Neto AR, Camara RL, Valenca MM. Carotid siphon geometry and variants of the circle of Willis in the origin of carotid aneurysms. Arq Neuropsiquiatr. 2012;70(12):917-21.
10. Del Brutto OH, Mera RM, Costa AF, Del Brutto VJJ. Basilar artery diameter is inversely associated with fetal type circle of Willis. 2017;78(3-4):217-20.
11. Mackey J, Brown RD, Jr., Moomaw CJ, Hornung R, Sauerbeck L, Woo D, et al. Familial intracranial aneurysms: is anatomic vulnerability heritable? Stroke. 2013;44(1):38-42.

12. Sanchez van Kammen M, Moomaw CJ, van der Schaaf IC, Brown RD, Jr., Woo D, Broderick JP, et al. Heritability of circle of Willis variations in families with intracranial aneurysms. *PLoS One*. 2018;13(1):e0191974.
13. Milenkovic Z, Vucetic R, Puzic M. Asymmetry and anomalies of the circle of Willis in fetal brain. Microsurgical study and functional remarks. *Surg Neurol*. 1985;24(5):563-70.
14. Kayembe KN, Sasahara M, Hazama F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. *Stroke*. 1984;15(5):846-50.
15. Hashemi SM, 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.
16. Liebeskind DS. Collateral circulation. *Stroke*. 2003;34(9):2279-84.
17. Hoksbergen AW, Legemate DA, Ubbink DT, Jacobs MJ. Collateral variations in circle of willis in atherosclerotic population assessed by means of transcranial color-coded duplex ultrasonography. *Stroke*. 2000;31(7):1656-60.
18. van Seeters T, Hendrikse J, Biessels GJ, Velthuis BK, Mali WP, Kappelle LJ, et al. Completeness of the circle of Willis and risk of ischemic stroke in patients without cerebrovascular disease. 2015;57(12):1247-51.
19. Han A, Yoon DY, Chang SK, Lim KJ, Cho BM, Shin YC, et al. Accuracy of CT angiography in the assessment of the circle of Willis: comparison of volume-rendered images and digital subtraction angiography. *Acta Radiol*. 2011;52(8):889-93.
20. White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V. Intracranial aneurysms: CT angiography and MR angiography for detection prospective blinded comparison in a large patient cohort. *Radiology*. 2001;219(3):739-49.
21. *Neurorradiología cerebro, Arterias / Aorta, Aplicaciones informáticas, TC-Angiografía, Manipulación de imagen / Reconstrucción, Aplicaciones informáticas-3D, Aplicaciones informáticas-Imagen virtual, Aneurismas, Artefactos.* J. Garcia Villanego, S. Fernández Rosa, S. Rodríguez Muñoz, A. Espinosa Pizarro, J. M. Fernández Peña, J. A. Fernández Roche; Cádiz/ES.

22. Angiotomografía cerebral: variantes anatómicas más frecuentes del polígono de Willis ensayo iconográfico de la Dra. Ximena Gonzalez y el Dr. Fernando Landó  
Recibido: 15/10/2013 Aceptado para su publicación: 11/03/2014.
23. JIMENEZ-SOSA, Michelle Stephanie et al. Variantes Anatómicas de la Región Anterior del Circulo Arterial Cerebral: Estudio por Angiotomografía Computarizada 3D. Int. J. Morphol. [online]. 2017, vol.35, n.3, pp.1121-1128. ISSN 0717-9502. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000300049>.
24. Demostración de las variantes anatómicas del polígono de Willis por agio-TAC helicoidal, Vicente Cervera Deval, Eduardo Nogués Pelayo, Luis Aparicio Bellver, España 2000.
25. Arteria ácigos cerebral anterior. reporte de 2 casos y revisión de la literatura antonio calvo rubal<sup>1</sup>, fernando martínez<sup>1,2,3</sup>, osmar telis<sup>4</sup>, servicio de neurocirugía, asociación española primera de socorros mutuos, montevideo, uruguay., departamento de anatomía, facultad de medicina claeH, maldonado, uruguay, servicio de neurocirugía, hospital de clínicas, facultad de medicina udelar, montevideo, uruguay, departamento de radiología, hospital de clínicas, facultad de medicina udelar, montevideo, uruguay.
26. Estudio de las variantes del Polígono de Willis . Madrid Muñiz<sup>1</sup>, M. Arias Ortega<sup>2</sup>, J. J. Cortes Vela<sup>1</sup>, J. C. Garcia Nieto<sup>1</sup>, A. B. Valentín Martín<sup>3</sup>, J. Gonzalez-Spinola San Gil<sup>1</sup>; <sup>1</sup>Alcazar de San Juan/ES, <sup>2</sup>AlcáZar De San Juan/ES, <sup>3</sup>Alcázar de San Juan, Ciudad Real/ES, 2014.

### XIII. ANEXOS.

#### 13.1 Anexo 1. Consentimiento informado.



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**HOSPITAL UNIVERSITARIO DE PUEBLA**  
**Servicio de imagenología**  
**Hoja de consentimiento informado para realizar estudio**  
**de imagen con medio de contraste**



HU191

Fecha \_\_\_\_\_

Creatinina Sérica \_\_\_\_\_

Por favor responda las siguientes preguntas para ayudarnos a realizar su estudio.

#### ANTECEDENTES

¿Le han realizado algún estudio radiológico con medio de contraste? Sí |\_\_| No |\_\_|

¿Presentó usted algún tipo de reacción? Sí |\_\_| No |\_\_|

Por favor describala: \_\_\_\_\_

¿Es usted alérgico a algún medicamento, alimento u otras sustancias? Sí |\_\_| No |\_\_|

Si es así, especifique a qué es alérgico? \_\_\_\_\_

¿Qué le pasa cuando tiene esta alergia? (ronchas, vómito, etc.) \_\_\_\_\_

¿Qué medicamentos toma para prevenir esta alergia? \_\_\_\_\_

¿Tiene usted asma? Sí |\_\_| No |\_\_|

¿Qué enfermedades padece? \_\_\_\_\_

¿Qué medicamentos toma? \_\_\_\_\_

¿Está usted embarazada o alimentado a su bebé con leche materna? \_\_\_\_\_

El estudio de imagen que su médico tratante le ha solicitado requiere la administración de medio de contraste (MC), el cual ayuda a visualizar ciertos órganos y vasos sanguíneos. Ocasionalmente se pueden presentar reacciones a estos MC las cuales usualmente son leves y no requieren tratamiento; sin embargo en raras ocasiones (menos de 1 en 5000) pueden tener otro tipo de reacciones que requieren tratamiento y más raro aún es la muerte (1 en 100,000).

Usted puede sentir calor y un sabor amargo cuando el líquido es inyectado, esta sensación desaparece en poco tiempo. Le solicitamos informar al técnico, la enfermera o al médico, cualquier tipo de sensación que usted tenga durante la administración del MC.

Si desea hablar con el médico que está a cargo del procedimiento por favor comuníquese a la persona que le entregó este documento, el Médico Radiólogo hablará con usted y responderá a sus preguntas.

Yo \_\_\_\_\_ he leído este documento, me han contestado las preguntas y he entendido el procedimiento que me será realizado. Estas preguntas han sido respondidas a mi entera satisfacción y estoy consciente de los riesgos y beneficios del estudio al que voy a ser sometido y estoy de acuerdo con la realización del procedimiento y la administración del medio de contraste.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del testigo

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del médico

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del técnico

