



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

ESCUELA DE RESIDENTADO MÉDICO Y ESPECIALIZACIÓN

Estudio de las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral mediante
angiogramografía en un hospital de Perú entre 2015 al 2017

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Título de Especialista en Radiología

AUTOR

Sotelo Muñoz, Manuel Jesus
(ORCID: 0009-0006-0520-9796)

ASESOR

Vera Vásquez, Julio César
(ORCID: 0000-0003-1513-5314)

Lima, Perú

2024

Metadatos Complementarios

Datos de autor

Sotelo Muñoz, Manuel Jesus

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 42627442

Datos de asesor

Vera Vásquez, Julio César

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 18140896

Datos del Comité de la Especialidad

PRESIDENTE: Martínez Lozano, Oscar Emilio

DNI: 08198784

Orcid: 0000-0001-8760-519X

SECRETARIO: Espejo García, Elmer Martin

DNI: 07748793

Orcid: 0000-0003-1398-6051

VOCAL: Revilla Vásquez, Silvia Roxana

DNI: 07602854

Orcid: 0000-0003-4408-0121

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 3.02.12

Código del Programa: 915159

ANEXO N°1

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Manuel Jesus Sotelo Muñoz, con código de estudiante N° 20153902, con DNI N° 42627442, con domicilio en Calle 6, Mz TT2, Lote 11, Urb. Laderas de Pro, distrito de Los Olivos, provincia y departamento de Lima, en mi condición de Médico Cirujano de la Escuela de Residencia Médico y Especialización, declaro bajo juramento que:

El presente Proyecto de Investigación titulado: "ESTUDIO DE LAS VARIANTES ANATÓMICAS DEL CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL MEDIANTE ANGIOTOMOGRAFÍA EN UN HOSPITAL DE PERÚ ENTRE 2015 AL 2017" es de mi única autoría, bajo el asesoramiento del docente Vera Vásquez Julio César, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; el cual ha sido sometido al antiplagio Turnitin y tiene el 19% de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el proyecto de investigación, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro del proyecto de investigación es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en el proyecto de investigación y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 15 de agosto del 2024



Firma

Manuel Jesus Sotelo Muñoz

DNI N° 42627442

Estudio de las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral mediante angiotomografía en un hospital de Perú entre 2015 al 2017

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	pdf.posterng.netkey.at Fuente de Internet	5%
2	www.revistaamc.sld.cu Fuente de Internet	4%
3	doczz.es Fuente de Internet	3%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	www.medigraphic.com Fuente de Internet	2%
6	lookformedical.com Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

Resumen

El polígono de Willis consiste en un circuito vascular que conecta las carótidas internas, las arterias cerebrales anteriores y las arterias cerebrales posteriores mediante las arterias comunicantes anterior y las arterias comunicantes posteriores. En menos del 50% de los casos se presenta completo y bien desarrollado por lo que son muy frecuentes variantes en su anatomía. Algunas de ellas se asocian a un aumento en la frecuencia de aneurismas intracraneales, de alteraciones del desarrollo cerebral o podrían tener importancia ante un evento oclusivo arterial. En nuestro país existen muy pocos estudios sobre la frecuencia de variantes del círculo arterial cerebral.

El objetivo general del proyecto fue “identificar las principales variantes del círculo arterial cerebral clásico en pacientes del hospital III Emergencias Grau vistas en angiotomografías tomadas entre julio del 2015 y diciembre del 2017”

La delimitación fue “angiotomografías cerebrales realizadas a pacientes mayores de 12 años, atendidos en consultorios externos o emergencia del Hospital III Emergencias Grau – EsSalud, entre julio del 2015 y diciembre del 2017 que no hayan tenido tratamiento vascular cerebral previo quirúrgico o por radiología intervencionista”.

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo y transversal en el tiempo. Para la recolección de la información usaremos el sistema de gestión hospitalaria y el PACS Canterón de EsSalud para posteriormente visualizar los exámenes y realizar las mediciones en el programa Radiant Viewer, todos los datos serán recolectados usando como instrumento una ficha de recolección de datos.

Los datos recolectados, codificados y posteriormente analizados con el programa SPSS 20 obteniendo la razón de prevalencia, frecuencias entre otros siendo presentados los resultados mediante tablas de frecuencia y gráficos.

Los recursos humanos utilizados serán 4 médicos radiólogos con más de 5 años de experiencia en lectura de tomografías.

El financiamiento del proyecto se realizará con dinero propio del autor del proyecto.

Abstract.

The circle of Willis consists of a vascular circuit that connects the internal carotids, the anterior cerebral arteries, and the posterior cerebral arteries via the anterior communicating arteries and the posterior communicating arteries. In less than 50% of cases it is complete and well developed, so variations in its anatomy are very common. Some of them are associated with an increase in the frequency of intracranial aneurysms, alterations in brain development, or could be important in the event of an arterial occlusive event. In our country there are very few studies on the frequency of variants of the cerebral arterial circle.

The general objective of the project was “to identify the main variants of the classic cerebral arterial circle in patients of the Grau Emergency Hospital seen in angiotomograms taken between July 2015 and December 2017.”

The delimitation was “brain angiotomography performed on patients over 12 years of age, attended in outpatient clinics or in the emergency room of Grau Emergency Hospital– EsSalud, between July 2015 and December 2017 who have not had previous cerebral vascular treatment surgically or by interventional radiology”.

The present study is observational, descriptive and transversal in time.

To collect the information, we will use the hospital management system and the EsSalud PACS “Canterón” to later view the exams and perform the measurements in the Radiant Viewer program. All data will be collected using a data collection sheet as an instrument.

The data collected, coded and subsequently analyzed with the SPSS 20 program obtaining the prevalence ratio, frequencies among others, the results being presented through frequency tables and graphs.

The human resources used will be 4 radiologist doctors with more than 5 years of experience in reading tomography scans.

The financing of the project will be carried out with the author's own money.

ÍNDICE

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	pág. 1
1.2 Formulación del problema	pág. 2
1.3 Objetivos	pág. 2
1.4 Justificación	pág. 3
1.5 Delimitaciones	pág. 4
1.6 Viabilidad	pág. 4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	pág. 4
2.2 Bases teóricas	pág. 6
2.3 Definiciones conceptuales	pág. 10
2.4 Hipótesis	pág. 11

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio	pág. 11
3.2 Diseño de investigación	pág. 11
3.3 Población y muestra	pág. 12
3.4 Limitación del estudio	pág. 13
3.5 Operacionalización de variables	pág. 13
3.6 Técnicas de recolección de datos. Instrumentos	pág. 14
3.7 Técnicas para el procesamiento de la información	pág. 14
3.8 Aspectos éticos	pág. 14

CAPÍTULO IV RECURSOS Y CRONOGRAMA

4.1 Recursos y presupuesto	pág. 14
4.2 Cronograma	pág. 15

CAPÍTULO V REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

pág. 15

ANEXOS

Matriz de consistencia	pág. 17
Ficha de recolección de datos	pág. 18

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El polígono de Willis; descrito por Thomas Willis en el año 1664, presenta una anatomía conocida y sistematizable. Consiste en un circuito vascular que conecta el segmento oftálmico (C6 o supraclinoideo) de las carótidas internas, el segmento horizontal (A1) de las arterias cerebrales anteriores (ACA) y el segmento horizontal (P1) de las arterias cerebrales posteriores (ACP) mediante la arteria comunicante anterior y las arterias comunicantes posteriores respectivamente. En menos del 50% de los casos se presenta completo y bien desarrollado por lo que son muy frecuentes variantes en su anatomía. Algunas de ellas se asocian a un aumento en la frecuencia de aneurismas intracraneales o de alteraciones del desarrollo cerebral. Podrían tener importancia ante un evento oclusivo arterial al determinar las vías alternas de flujo (suplencias) y la extensión de la isquemia. A veces representan una información valiosa en la planificación quirúrgica; como por ejemplo la identificación de la ACA ácidos, la trifurcación de la ACA y de la ACM accesoria en las cirugías de los aneurismas del sector anterior, con el advenimiento de los tomógrafos multicorte la ATC se ha transformado en una exploración frecuente incorporada a la rutina de trabajo debido a su elevada resolución espacial y a su alta sensibilidad y especificidad en la detección de anomalías vasculares (1).

Las variaciones en el círculo cerebral arterial se correlacionan significativamente con las contribuciones relativas de las tasas de flujo de las arterias carótidas internas y la arteria basilar; tienen implicaciones clínicas sustanciales en muchas condiciones patológicamente graves. Los pacientes con circulación colateral eficiente tienen un bajo riesgo de ataque isquémico transitorio y desorden cerebrovascular. La falta de algunos componentes del polígono de Willis puede ser peligrosa para pacientes con estenosis de la arteria carótida interna. Además, la disposición anatómica del polígono de Willis juega un papel relevante en la ubicación del desarrollo del aneurisma y su cirugía correctiva (2)

El desorden cerebrovascular constituye la segunda causa de mortalidad y la tercera de discapacidad en el mundo; afecta a 15 millones de personas al año, de los cuales 5 millones fenecen prematuramente y otros permanecen con secuelas discapacitantes. En países de ingresos altos, durante las últimas cuatro décadas,

la incidencia del DCV ha disminuido en un 40% pero durante el mismo periodo en los países de bajos y medianos ingresos económicos la incidencia se ha duplicado. En Perú para el 2013 se ha reportado una prevalencia de 6,8 % en la zona urbana y 2,7% en la zona rural en mayores de 65 años, en donde representan el 28,6% y 13,7%, respectivamente, de las causas de mortalidad ⁽⁴⁾.

En cuanto a la distribución de las áreas de origen de los sacos aneurismáticos, los estudios en poblaciones peruanas son disímiles, Coasaca-Torres J et al encontró en un estudio realizado entre el 2006 al 2014 en el Hospital Nacional de EsSalud Alberto Sabogal una mayoría de los aneurismas a nivel de la arteria comunicante posterior, que ciertamente refuta la mayoría de las series publicadas en el exterior. En la serie del hospital IV EsSalud Edgardo Rebagliati, se concluye al igual que en el estudio anteriormente mencionado que los aneurismas a nivel de la arteria comunicante posterior son los predominantes. En la muestra de Coasaca, incluyeron en una sola agrupación, a los paciente con aneurismas del segmento arteria comunicante posterior y a los del segmento oftálmico, por corresponden a parte del mismo segmento (carotideo), encontraron que corresponden a más del 50% de todos los aneurismas (38 casos) operados en el hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren del 2006 al 2014 ⁽⁵⁾, por lo cual deberían haber más estudios que comprueben ésta diferencia con otras poblaciones y si hay alguna relación con la frecuencia de variantes morfológicas normales tanto de la circulación posterior como anterior.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la frecuencia de las variantes del círculo cerebral arterial en angiotomografías cerebrales de pacientes mayores a 12 años, atendidos en consultorios externos y emergencia en el Hospital III Emergencias Grau, entre julio de 2015 a diciembre del 2017?

1.3 Objetivos

Objetivo general:

- Identificar las principales variantes del círculo arterial cerebral clásico en pacientes del hospital III Emergencias Grau vistas en angiotomografías tomadas entre julio del 2015 y diciembre del 2017.

Objetivos específicos:

- Identificar las principales variantes en la conformación no clásica del círculo arterial cerebral.
- Determinar la frecuencia de las diferentes variantes de la circulación anterior y posterior.
- Determinar la relación de las variantes con el sexo de los pacientes de la muestra.
- Determinar si existe relación entre la presencia de variantes del círculo arterial cerebral con la presencia de desórdenes cerebrovasculares.
- Determinar la relación de las variantes con la frecuencia de enfermedad cerebrovascular y aneurismas.
- Determinar la prevalencia de hipoplasia, aplasia, fenestración y duplicación en el sistema anterior y posterior de la circulación cerebral.
- Determinar la prevalencia de las anastomosis carótido-vertebrobasilares

1.4 Justificación

En los pacientes que presentan variantes anatómicas del círculo arterial cerebral se reduce la circulación colateral y se incrementa el riesgo de infarto cerebral y de ataque transitorio de isquemia, los cuáles son muy frecuentes en nuestro medio, más no hay suficiente estudios sobre esta relación en nuestro medio.

En los individuos que tienen un círculo arterial cerebral íntegro (completo) se registra una mejor evolución en caso de sufrir una enfermedad cerebrovascular y en cambio las que presentan variantes anatómicas tienen en términos generales una evolución menos favorable, pero no poseemos datos sobre la prevalencia de estos en nuestra población. Además, algunas variantes son consideradas factores de riesgo para desarrollar aneurismas cerebrales, que de manera muy frecuente (30- 37 %) aparecen en la arteria comunicante anterior (ACoA)⁽⁶⁾.

Las arterias que forman parte del círculo cerebral arterial han sido estudiadas de manera intensa por separado por numerosos científicos, tales como Ferré JC, et al, Kedia S, et al, y Pino Mederos, pero son escasas las investigaciones que han profundizado en el polígono de Willis como una formación única o dividido en circulación anterior y posterior. Los estudios proceden de países europeos y asiáticos, pero son muy escasos en los latinoamericanos y por este motivo es incierto si las variaciones morfológicas en el círculo cerebral arterial presentan una

frecuencia similar en diferentes grupos étnicos o raciales lo que justificaría la realización del presente estudio ⁽⁶⁾.

1.5 Delimitación:

Angiotomografías cerebrales realizadas a pacientes mayores de 12 años, atendidos en consultorios externos o emergencia del Hospital III Emergencias Grau – EsSalud, entre julio del 2015 y diciembre del 2017 que no hayan tenido tratamiento vascular cerebral previo quirúrgico o por radiología intervencionista ay que modifican la imagen basal. Se toma como punto de corte 12 años, basado en el criterio postulado por Padget, quien asegura que desde este momento, el cerebro puede ser considerado maduro en su estructura y morfología; argumenta además, que las variaciones en el desarrollo cerebral son exiguos más allá de este tiempo, y es poco probable que ocasionen variaciones en la conformación del polígono de Willis ⁽⁹⁾.

1.6 Viabilidad.

Se cuenta con el apoyo de la jefatura de servicio para la realización de la investigación, además del apoyo de cuatro (4) radiólogos con más de 5 años de experiencia en la lectura de tomografías y los recursos económicos para poder desarrollarla. Se accederá al sistema de gestión hospitalaria y al PACS Canterón para acceder a la lista de pacientes y las imágenes.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes de la investigación.

A pesar de que el estudio de la vascularización encefálica tiene una larga historia, Arráez Aybar La, et al, constataron en una investigación realizada que la descripción del círculo arterial cerebral fue hecha en 1644 en Londres por Thomas Willis, médico de cámara de Jaime II, de ahí que también se le llamó Polígono de Willis, a pesar de reconocer que no fue el primer anatomista en representarlo ⁽⁶⁾.

En la literatura general hay varios investigadores que han realizado análisis morfológicos del círculo arterial cerebral. En diferentes regiones del mundo se han realizado múltiples investigaciones utilizando enfoques diversos para la evaluación del círculo arterial cerebral, reportando la frecuencia de variaciones y su relación

con la presencia de aneurismas durante intervenciones quirúrgicas y en el panorama del desorden cerebrovascular. Los informes varían dependiendo de la población, entre el sistema anterior y el sistema posterior como en el estudio español de Armario Bel (2012) donde se encuentran 28% de variantes del sistema anterior y 67% del sistema posterior y el mexicano de Boeaga (2004) donde encuentran 9.6% de variantes del sistema anterior y 64.8% del sistema posterior ambos visualizados por angiorrresonancia.

En el estudio del Dr. Rivas et al realizado en cadáveres del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas se encontró únicamente el 27% (83 casos) de los polígonos clasificado como completos o clásicos. Las variaciones morfológicas halladas, por orden de frecuencia descendiente fueron: fusión de arteria cerebral anterior con 0,65%, aplasia con 1.3%, presencia de vasos accesorios con 12,1%, el origen anómalo de la arteria cerebral posterior con 14,66% e hipoplasia de vasos con 66,45% ⁽³⁾.

En Latinoamérica de igual modo contamos con académicos que han realizado investigaciones sobre la morfología y sus variantes en el círculo arterial cerebral, Montalbán de Perú halló que el 37% tiene la conformación completa del Polígono cerebral arterial, en Costa Rica Latoche encontró que aproximadamente el 48% de cerebros poseen la conformación no completa (no clásica). A la vez que Alper y col. en su estudio en cadáveres encontraron 48% de conformaciones no "normales" de Paget (no clásicas) en autopsias en Norteamérica y un 52% de la configuración completa, este estudio se realizó en un lapso de 06 años con una muestra total de 837 cerebros, pero en nuestro medio sólo se cuentan con estudios generales del polígono de Willis sin hacer distinción entre la circulación anterior y la posterior:

Existen estudios de variaciones raciales en la ubicación y el riesgo de hemorragia intracerebral que no pueden explicarse completamente por factores de riesgo conocidos.

Otros estudios han encontrado una correlación entre los aneurismas cerebrales y ciertas variaciones del círculo arterial cerebral. Finalmente, aunque todavía es controvertido, existen estudios que demuestran la existencia de diferencias étnicas en la incidencia de aneurismas intracraneales. Si la distribución de variaciones en diferentes poblaciones es similar o no, puede ayudarnos a aclarar el papel potencial de las variaciones del círculo arterial cerebral en algunas de las enfermedades cerebrovasculares. Muchos estudios previos han investigado las variaciones de

cada segmento del CAC pero pocos han abordado las variantes del CAC como un todo. Por lo tanto, no está claro si las diferentes variedades de la CAC se producen en frecuencias similares en diferentes poblaciones étnicas o raciales.

Para aclarar las preguntas anteriores, Behzad Eftekhar realizaron un estudio en 102 cadáveres, de varones iraníes entre 15 y 75 años y los resultados fueron comparados con cuatro estudios que presentaron en forma detallada y completa las variantes de todo el círculo arterial cerebral (Riggs and Rupp, El Khamlichi, Fisher and Lazorthes et al), encontraron hipoplasia de la arteria comunicante posterior unilateral de 27 % y bilateral de 33%, hipoplasia de la arteria comunicante anterior de 11% y aplasia de ACoA en 1%, siendo ésta última similar en los diferentes estudios pero muy variable la hipoplasia en el sistema posterior en los diferentes estudios⁽⁸⁾.

No se encontró más estudios peruanos aparte del Dr. Rivas que estudien las variaciones del sistema cerebral anterior y posterior por separado, además de las anastomosis carótido-vertebrobasilares.

2.2 Bases teóricas.

El círculo arterial cerebral, ubicado en la base del cerebro, constituye el círculo arterial responsable del suministro sanguíneo del cerebro; recibe principalmente el aporte sanguíneo a través de las arterias vertebrales y las carótidas internas. En 1664, Thomas Willis, presentó la descripción de este complejo arterial que lleva su nombre. En la actualidad, se reconoce que es el principal mecanismo de suplencia sanguínea de un hemisferio cerebral a otro y también entre las regiones anterior y posterior del cerebro. Se postula que esta concepción funcional sólo puede mantenerse cuando esta estructura exhibe las características de forma, calibre y simetría descritas por Willis.

Se señala lo anterior porque, aunque este polígono constituye un sistema potencial de anastomosis en caso de bloqueo del flujo sanguíneo de un lado a otro del cerebro, su capacidad para funcionar como conducto para circulación colateral es con frecuencia incierta; debido a que existen variaciones morfológicas anatómicas en un gran porcentaje de casos.

Varios trabajos de investigación, como el de Czernicki y col. han demostrado que al ligar la arteria carótida interna de un lado, no se obtiene el esperado suministro supletorio de riego sanguíneo en el hemisferio cerebral ipsilateral, a través de la

anastomosis potencial que constituye el círculo cerebral arterial; lo que se manifiesta mediante síntomas neurológicos de insuficiencia circulatoria que empiezan a mostrar los pacientes luego de dicho procedimiento. Esta incapacidad de proporcionar la suplencia sanguínea de un hemisferio cerebral al otro, puede ser atribuida a las variaciones anatómicas en la conformación de dicho polígono ⁽⁹⁾. Las variantes del círculo arterial cerebral son bastante comunes debido a que el polígono arterial cerebral completo o clásico, sólo se observa en un 20-25% de las ocasiones. Las variaciones morfológicas más significativas incluyen las duplicaciones, la hipoplasia y la, agenesia. En nuestro estudio, categorizaremos estas variantes en persistencia de anastomosis carótido-vertebrobasilares, variantes de los arcos arteriales del polígono tanto arco anterior y arco posterior por separado. Estas variaciones a la normalidad a menudo se detectan de manera incidental en exámenes contrastados angiográficos, habitualmente con angiotomografía y/o angiorresonancia como parte del estudio amplio de diversas afecciones como estenosis, aneurismas, malformaciones arteriovenosas, arteritis, entre otras. Debemos recordar que ambas arterias cerebrales medias, arterias vertebrales, así como los segmentos A2 de la arteria cerebral anterior y el segmento P2 de la arteria cerebral posterior no forman parte del círculo cerebral arterial ⁽¹⁰⁾.

Variantes de la circulación anterior:

- En investigaciones llevadas a cabo en población española, en el 10% se identificó hipoplasia del segmento A1 y entre el 1% y el 2% está afectado de agenesia, en estos casos la arteria contralateral debe encargarse de suplir esta ausencia. En presencia de enfermedad ateroembólica, existe amenaza de isquemia si hay compromiso de la circulación colateral. En el caso de que el segmento A1 muestra hipoplasia de un lado, el segmento A2 ipsilateral se nutre del otro lado con ayuda de la ACoA.
- La fenestración (duplicidad luminal) y la duplicidad del segmento A1 es un evento menos común, representando la fenestración del segmento A1 solamente del 0-4% de las autopsias y un 0.06% de los casos han sido identificados mediante técnicas de imagen.
- Dentro de las variaciones morfológicas de la ACoA además se encuentran la fenestración, la duplicidad y la agenesia de la misma, siendo la ausencia la más

complicada de identificar. Debido a su reducido tamaño, podría no ser visible en los estudios de angio-TC, por lo cual no descarta su existencia con un estudio negativo.

- El segmento A2 (no perteneciente al círculo arterial cerebral, propiamente dicho), también puede presentar variantes. Por ejemplo la existencia de un único segmento A2 (conocido como arteria cerebral anterior tipo ácigos), la cual está determinada por la permanencia de la AME (arteria media embrionaria) del corpus callosum, el área para la arteria cerebral anterior en su totalidad está abastecido por un único tronco A2 en posición central. Esta condición puede estar relacionada con trastornos de la migración neuronal, dilataciones aneurismáticas u holoprosencefalia y podría tener implicaciones clínicas en el caso de cirugías endovasculares o por la probabilidad de trombosis. Otra variante es la ACA trifurcada, que representa entre el 2% al 3% y se le distingue por la presencia de segmentos A2 por triplicado, con lúmenes separados que se originan a partir la arteria CoA, fenómeno condicionado por la arteria callosa media persistente.

Variantes del arco posterior:

- La hipoplasia unilateral o bilateral de la arteria comunicante posterior (ACoP) y la arteria cerebral posterior (ACP) de origen fetal son las variantes más frecuentemente encontradas en estudios.
- La hipoplasia-agenesia unilateral o bilateral de la ACoP es la variante más común del círculo cerebral posterior, detectada en la tercera parte de las disecciones cadavéricas y en la cuarta parte de las angiotomografías. En el caso de que esta condición sea bilateral no hay comunicación entre ambos arcos posterior y anterior. Este tipo de alteraciones pueden ser importantes en el contexto de vasos extracraneales con estenosis significativas, debido a que estas comunicaciones normales entre ambas circulaciones anterior y posterior pueden proporcionar circulación colateral significativa. Algunas variantes anatómicas deben darse para que se produzca por ejemplo una isquemia occipital por compromiso del arco anterior: en primer lugar la hipoplasia del segmento precomunicante (P1) de la arteria cerebral posterior del mismo lado a la carótida obstruida, en la que la arteria comunicante posterior lleva la circulación al segmento postcomunicante (P2). En segundo lugar, ocurre cuando hay surgimiento directo desde la arteria carótida interna de la arteria cerebral posterior; fenómeno conocido como “origen fetal” de la arteria cerebral posterior¹⁰.

- En situaciones donde hay ausencia de la circulación colateral de un solo lado la suplencia sanguínea no se encuentra tan comprometida.
- La permanencia del origen fetal de la arteria cerebral posterior (PFP) ocurre debido a la ausencia en la involución de la arteria cerebral posterior embriogénica que se origina de la porción supraclinoidea (porción oftálmica) de la ACI alimentando al segmento P2. En estos casos el segmento que suele ser hipoplásico o agenésico es el P1. En el 10% de los casos se evidencia en el lado derecho, 10% en el lado izquierdo y es bilateral en el 8% de los casos. La mayoría del suministro sanguíneo para la región occipital cerebral emana de la arteria carótida interna. La asociación de variantes de ambos arcos arteriales anterior y posterior es frecuente.
- Una variante muy infrecuente es la agenesia de la arteria carótida interna, esta variante suele ser asintomática en la mayoría de los casos y ser descubierta como hallazgo imprevisto en un examen realizado por otro motivo. Sin embargo es una entidad importante, ciertamente puede estar asociada a otras anomalías vasculares congénitas y principalmente en pacientes a los que se les va a realizar un procedimiento quirúrgico vascular del lado contralateral.

Anastomosis carótido – vértebrobasilares (ACVB):

- Estas variantes se desarrollan cuando hay conexiones vasculares entre el sistema vertebrobasilar y el sistema carotídeo. Son la consecuencia de una circulación de patrón embrionario que se mantiene más allá de la vida fetal. La más frecuente de estas es la persistencia de la arteria trigeminal (ATP o PAT). Ésta está dada por la interconexión entre una arteria proveniente de la porción cavernosa de la ACI y la arteria basilar (arcos anterior y posterior).
- Se encuentran distintas variantes menos comunes de anastomosis carótido-basilares como la arteria intersegmentaria pro atlantoidea (última anastomosis en obliterarse), la arteria intersegmentaria ótica (acústica), arteria intersegmentaria hipoglosa. La arteria intersegmentaria hipoglosa persistente, que es la segunda en frecuencia, nace de los segmentos C1 y C3 de la arteria carótida, transcurriendo a través del canal del nervio hipoglosa hasta conectarse con el tronco basilar.
- La persistencia de la arteria trigeminal primitiva o arteria trigeminal persistente (ATP): se evidencia del 0.1% al 0.6% de las exploraciones cerebrales angiográficas. Siendo en extremo raras las presentaciones bilaterales. La ATP tiene su origen de

la arteria carótida interna, abandonando el conducto carotideo y penetrando en el seno cavernoso. Su trayecto se dirige en dirección posterior y lateral, en el curso del nervio trigémino, entrecruza por encima o a través del dorso selar para luego fusionarse con el tronco basilar. Suele estar vinculada a arteria comunicante posterior de tamaño reducido, también como a la hipoplasia del tronco basilar caudal a la anastomosis con la ATP lo que aumenta la frecuencia de malformaciones arteriovenosas y aneurismas.

- Persistencia de la arteria hipoglosa primitiva (AHP), es un hallazgo poco frecuente, nace como una rama significativa de la arteria carótida interna entre los niveles vertebrales C1 y C3, atraviesa el conducto del hipogloso en forma paralela al nervio, conectando la ACI con la arteria basilar, habitualmente asocia ausencia de arterias comunicantes posteriores. Cuando se encuentra presente, funciona como una arteria única que nutre al tronco encefálico y cerebelo. Con frecuencia, está relacionada con la presencia de aneurismas.

Actualmente, la investigación de estas anomalías tiene una importancia significativa, como señaló Baptista Gentil al expresar que para la Neurología moderna, el estudio de las variantes morfológicas del círculo arterial cerebral se incrementa a diario por las siguientes razones:

- a) Uso cada vez más frecuente de la angiografía cerebral.
- b) Avances la neurología cerebrovascular.
- c) Aumento en la incidencia de los accidentes cerebrovasculares.
- d) Mejoras en las técnicas de perfusión cerebral ⁽⁹⁾.

2.3 Definiciones conceptuales.

- Polígono de Willis clásico: aquel originalmente descrito por T. Willis, está definido como sistema vascular o conjunto vascular ubicado a nivel de la base cerebral, compuesto por las estructuras vasculares siguientes:
 1. Arterias carótidas internas (ambas).
 2. El segmento A1 (horizontal) de ambas arterias cerebrales anteriores (ACA).
 3. La arteria comunicante anterior (ACoA).
 4. Ambas arterias comunicantes posteriores (ACoP).
 5. El segmento P1 (horizontal) de las dos arterias cerebrales posteriores (ACP).
 6. El tronco basilar.

- Polígono de Willis "no clásico": según la clasificación de Alper y cols es aquel que pueda incluir a uno o más de los grupos siguientes:
 1. Fusión de la arteria cerebral anterior.
 2. Vasos agenésicos.
 3. Hipoplasia de vasos.
 4. Vasos accesorios.
 5. Arteria cerebral posterior de origen anómalo.
- Vaso hipoplásico: dentro del círculo arterial cerebral se considera hipoplásico a aquel cuyo diámetro externo medido es menor a 1 mm.
- Duplicación: se refiere a la presencia de dos arterias diferentes que tiene orígenes separados y no convergen a nivel distal.
- Fenestración: representa la división o separación en dos lúmenes distintos de la luz arterial, cada uno de estas cuenta con su propia capa endotelial y muscular, a la vez que se comparte la adventicia.
- Anastomosis carótido-vértebrobasilares: Estas variantes se presentan cuando hay anastomosis vasculares entre la carótida y el sistema vertebrobasilar. Resultan de un modelo de circulación embrionario que permanece posterior a la etapa fetal.
- Circulación anterior: está conformada por ambas arterias carótidas internas, arterias cerebrales anteriores y arteria comunicante anterior.
- Circulación posterior: está conformada por la arteria basilar, arterias cerebrales posteriores y ambas arterias comunicantes posteriores (éstas últimas a veces son consideradas ramas de la arteria carótida interna y por tanto pertenecientes a la circulación anterior)

2.4 Hipótesis.

La presencia de variantes anatómicas de la circulación anterior, la circulación posterior o las anastomosis carótido - vértebrobasilares aumenta la prevalencia de desórdenes cerebro vasculares.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de estudio.

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo y transversal en el tiempo.

3.2 Diseño de investigación.

El tipo de estudio es observacional, ya que el investigador carece de control sobre las variables estudiadas, además es transversal en el tiempo, dado que las mediciones de angiogramografía se llevan a cabo solo una vez en un intervalo de tiempo que abarca desde julio del 2015 hasta diciembre del 2017, es descriptivo dado que no se cuenta con grupo control.

3.3 Población y muestra

La población a estudiar corresponde a todos los pacientes mayores de 12 años, de ambos sexos, atendidos en el servicio de emergencia y consultorios externos del hospital III Emergencia Grau – EsSalud a los cuales se les haya realizado una angiogramografía cerebral, utilizando las listas de pacientes atendidos que se encuentran en el servicio de radiodiagnóstico.

El tipo de muestreo será no probabilístico.

La unidad de análisis ser

Como criterios de inclusión para la muestra se tomara:

- Pacientes atendidos en el servicio de emergencia y consultorios externos del hospital III Emergencia Grau – EsSalud a los cuales se les haya realizado una angiogramografía cerebral.
- Edad 12 años o mayores.
- Sea su primera angiogramografía cerebral en el periodo comprendido.

Como criterios de exclusión para la muestra se tomará:

- Menores de 12 años.
- Tener una angiogramografía previa dentro del periodo de estudio.
- Cirugías intracraneales previas.
- Procedimientos endovasculares por radiología intervencionista previos.

3.4 Limitación del estudio.

Hay las mismas limitaciones que para otros estudios de este tipo, la adecuada elaboración de éste, la variabilidad interobservador de diámetros cercanos a 1mm, el potencial cambio menor en el diámetro de los vasos en el tiempo. Es decir, que los llamados vasos hipoplásicos pueden cambiar a vasos de diámetro mayor a 1mm durante el tiempo; además los cambios en el diámetro que se pueden dar en estado post mortem al querer comparar con el estudio del Dr Rivas realizado en cadáveres.

3.5 Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES					
NOMBRE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	ESCALA DE MEDICION	CATEGORIAS Y VALORES
Polígono de Willis clásico:	aquel que fuera descrito inicialmente por Willis que se define como un sistema vascular localizado en la base del cerebro y conformado vasos ya desritos previamente.	presencia de sistema vascular descrito inicialmente por Willis en estudio angiotomográfico contrastado.	cualitativa	nominal	presente ausente
Polígono de Willis no clásico	aquel que corresponda a uno o más de los siguientes grupos: fusión de la arteria cerebral anterior, vasos ausentes, vasos hipoplásicos, vasos accesorios u origen anómalo de la arteria cerebral posterior	presencia de sistema vascular distinto al descrito inicialmente por Willis en estudio angiotomográfico contrastado.	cualitativa	nominal	presente ausente
Vaso hipoplásico:	vaso cuyo diámetro externo es menor a 1 mm.	vaso cuyo diámetro externo es menor a 1 mm en estudio angiotomográfico contrastado.	cualitativa	nominal	presente ausente
Sexo	características fenotípicas del individuo	género señalado en la historia clínica	cualitativa	nominal	masculino femenino
Duplicación	consiste en dos arterias distintas con origen separado y sin convergencia distal	visualización angiotomográfica de dos arterias distintas con origen separado y sin convergencia distal en una misma posición	cualitativa	nominal	presente ausente
Fenestración	es la división de la luz arterial en dos canales diferentes, cada una con su propia pared muscular y endotelial, mientras que la adventicia está compartida	visualización angiotomográfica de la división de la luz arterial en dos canales diferentes.	cualitativa	nominal	presente ausente
Anastomosis carótido-vertebrobasilares	se define como anastomosis vasculares entre la carótida y el sistema vertebrobasilar, resultado de un patrón de circulación embrionario que persiste después de la vida fetal.	visualización angiotomográfica de anastomosis vasculares entre la carótida y el sistema vertebrobasilar	cualitativa	nominal	- arteria trigeminal persistente - arteria proatlantal - arteria hipoglosa persistente

3.6 Técnicas de recolección de datos.

Para la recolección de la información usaremos el sistema de gestión hospitalaria y el PACS Canterón de EsSalud para posteriormente visualizar los exámenes y realizar las mediciones en el programa Radiant Viewer, todos los datos serán recolectados usando como instrumento una ficha de recolección de datos.

3.7 Técnicas para el procesamiento de la información.

Los datos recolectados, codificados y posteriormente analizados con el programa SPSS 20 obteniendo la razón de prevalencia, frecuencias entre otros siendo presentados los resultados mediante tablas de frecuencia y gráficos.

3.8 Aspectos éticos.

Se dispone de la autorización institucional para la realización del proyecto, conservando en total reserva y confidencialidad los nombres de los pacientes y se declara que no hay conflicto de intereses en el presente trabajo.

CAPÍTULO IV RECURSOS Y CRONOGRAMA.

4.1 Recursos y presupuesto.

Los recursos humanos utilizados serán 4 médicos radiólogos con más de 5 años de experiencia en lectura de tomografías.

El financiamiento del proyecto se realizará con dinero propio del autor del proyecto.

PRESUPUESTO		
Recurso humano	04 médicos radiólogos y un investigador	S/. 0.00
Recurso material	hojas de papel A4 de 80 gr (01 millar), lapiceros, folderes, Memoria USB Kingston de 2Gb y tinta para impresora HP	S/. 70.00
Servicios	transporte, telefonía, internet y luz electrica	S/. 40.00
Total		S/. 110.00

4.2 Cronograma.

CRONOGRAMA 2017				
AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PRUEBA				
CODIFICACIÓN DE DATOS				
RECOLECCIÓN DE DATOS				
			ANÁLISIS DE DATOS	
				PUBLICACION

CAPÍTULO V REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonzales, X., 2013. Angiotomografía cerebral: variantes anatómicas más frecuentes del polígono de Willis ensayo iconográfico. in: IX Congreso Uruguayo de Radiología. Punta del Este: Revista de Imagenología.
2. Klimek-Piotrowska W, Rybicka M, Wojnarska A, Wójtowicz A, Koziej M, Hołda MK. A multitude of variations in the configuration of the circle of Willis: an autopsy study. *Anat Sci Int.* 2016;91(4):325–33
3. Rivas D, Ma Huertas, H Rodriguez. Variantes anatómicas del polígono de Willis. Estudio de 307 casos [Internet]. *Sisbib.unmsm.edu.pe.* 2021 [cited 15 February 2020]. Available from: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/neurologia/v06_n3/variantes.htm
4. Davalos Long F, Málaga Germán. El accidente cerebrovascular en el Perú: una enfermedad prevalente olvidada y desatendida. *Rev. perú. med. exp. salud publica* [Internet]. 2014 Abr [citado 2021 Feb 23]; 31(2): 400-401. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000200040&lng=es
5. Coasaca-Torres JA, Loayza-Alarico MJ, Navarrete-Mejia PJ. Complications for breathing cerebral aneurysms in patients operated in a hospital of Lima-Peru. 2006 - 2014. *Rev Fac Med Humana* [Internet]. 2018;18(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v18.n1.1266>

6. Pacheco Mayedo Mayrelis, Durán Matos Mayda Estrella, Cuba Yordi Olga Lidia, Serrano González Luisa, Rosales Almeida Yanil, de Mola Nicolau Johnny Loret. Patrón común y variantes anatómicas de la porción anterior del círculo arterial del cerebro. AMC [Internet]. 2017 Dic [citado 2021 Feb 22] ; 21(6). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552017000600009&lng=es.
7. Hernández-Luna J, Casares-Cruz K, Rendón-Macías RE, et al. Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear de las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral. Anales de Radiología México. 2015;14(3):256-261.
8. Eftekhari 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.
9. Urbina N, Trujillo L. Tipos de conformación del polígono de Willis. Rev Per Neurol 1998;4:12-5
10. Bayona H. Infarto de la arteria cerebral posterior secundario a oclusión aguda de la arteria carótida interna. Acta neurol colomb. 2015;31(1):49–53.

CAPÍTULO VI: ANEXOS.

Tabla Matriz de consistencia				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores
<p>¿Cuál es la frecuencia de las variantes del círculo arterial cerebral en angiotomografías cerebrales de pacientes mayores a 12 años, atendidos en consultorios externos y emergencia en el Hospital III Emergencias Grau, entre julio de 2015 y diciembre del 2017?</p>	<i>General</i>	Hipótesis General	<i>Variable Independiente</i>	
	Identificar las principales variantes del círculo arterial cerebral (polígono de Willis) clásico en pacientes del hospital III Emergencias Grau vistas en angiotomografías tomadas entre julio del 2015 y diciembre del 2017.	<p>La presencia de variantes anatómicas de la circulación anterior, la circulación posterior o las anastomosis carótido - vétebrobasilares aumenta la prevalencia de desórdenes cerebro vasculares</p>	Variantes del círculo Arterial Cerebral	Presencia o ausencia
	<i>Específicos</i>		<i>Variables Dependientes</i>	
	Identificar las principales variantes en la conformación no clásica del círculo arterial cerebral.		Vaso hipoplásico	Diámetro menor a 1mm
	Determinar la frecuencia de las diferentes variantes de la circulación anterior y posterior.		Fenestración	División de la luz arterial
	Determinar la relación de las variantes con el sexo de los pacientes de la muestra.		Anastomosis carótido vertebrales	Presencia o ausencia
	Determinar si existe relación entre la presencia de variantes del círculo arterial cerebral con la presencia de desórdenes cerebrovasculares.		Accidente cerebrovascular	Diagnóstico definitivo en a historia clínica
	Determinar la relación de las variantes con la frecuencia de enfermedad cerebrovascular y aneurismas.		Sexo	Indicado en la historia clínica
	Determinar la prevalencia de hipoplasia, aplasia, fenestración y duplicación en el sistema anterior y posterior de la circulación cerebral.			
Determinar la prevalencia de las anastomosis carótido-vertebrobasilares				

Ficha de recolección de datos.

Nombre y apellidos:

Edad:

Fecha de atención:

Procedencia:

Consultorio Externo ()

Emergencia ()

Fenestración: