UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

“Estudio de reproducibilidad para las mediciones de aneurismas cerebrales realizadas en la angiografía rotacional 3D, versus la angiografía con sustracción digital en pacientes atendidos en el Hospital Carlos Van Buren durante 2017 y 2018.”

Seminario de grado presentando en conformidad a los requisitos

para obtener el grado académico de

“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física Médica”

Autores:

Alejandro Ayala Aguilar

Felipe Espinoza Espinoza

Javier González Duarte

Profesor Guía:

Tecnólogo Médico Maximiliano Godoy Tapia

2019

I. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Los aneurismas son una patología presente en el vaso sanguíneo. Con frecuencia, suele ocurrir en las arterias que irrigan el cerebro. Pese a que sean asintomáticas, pueden culminar en una emergencia médica debido su rotura, lo que se denomina hemorragia subaracnoidea aneurismática (HSA). Esto significa una emergencia para el personal de salud, que debe optimizar el tiempo y dar tratamiento oportuno al paciente, ya que es una condición que se presenta de manera súbita. Es por esto, que el presente estudio busca evaluar la reproducibilidad de las técnicas VR y MIP obtenidas mediante la AR-3D y la ASD-2D, con el fin de ver qué tan reproducible es en su utilización para la medición de aneurismas cerebrales y así realizar un procedimiento más rápido y eficiente, además de brindar conocimiento al equipo médico y Tecnólogo Médico respecto a la efectividad de las diferentes modalidades que otorga el equipo imagenológico. **OBJETIVO:** Evaluar la reproducibilidad en las mediciones de ancho y alto de aneurismas cerebrales, obtenidas en las reconstrucciones VR y MIP de la angiografía rotacional 3D, versus las obtenidas en la angiografía con sustracción digital 2D, realizadas en el servicio de Angiografía del Hospital Carlos Van Buren. **MÉTODOS:** De una muestra de 139 pacientes, se analizan los exámenes realizados en la Unidad de Angiografía del Hospital Carlos Van Buren que se hayan realizado una ASD-2D y una AR-3D durante los años 2017 - 2018, se analizarán las mediciones de ancho y alto de los aneurismas cerebrales y se evaluará la reproducibilidad de los datos obtenidos de la segunda técnica mencionada, con respecto a la primera. **RESULTADOS:** Se obtuvieron 93 mediciones de un total de 45 aneurismas provenientes de 42 pacientes, 35 mujeres y 7 hombres. El 100% de los aneurismas fueron de tipo sacular y el 80% estaba ubicado en la arteria carótida interna izquierda o derecha. Con los gráficos de Bland-Altman se pudo cuantificar que las mediciones hechas en las diferentes modalidades no presentan diferencias estadísticamente significativas, salvo casos aislados. Por lo tanto, sí existe reproducibilidad en la medición de aneurismas cerebrales entre las modalidades VR y MIP de la AR-3D con la técnica ASD-2D. **CONCLUSIÓN:** Es importante considerar las ventajas

y desventajas de cada técnica, por lo que se aconseja el uso de ambas para un mejor diagnóstico.

PALABRAS CLAVES: Angiografía con sustracción digital 2D, angiografía rotacional 3D, Volume Rendering, Máxima Intensidad de Píxel, aneurisma, arteria, hemorragia subaracnoidea.

II. ABSTRACT

INTRODUCTION: Aneurysm is a pathology present in the blood vessel. It often occurs in arteries that supply the brain. Although they are asymptomatic, they can culminate in a medical emergency due to their rupture, which is called aneurysmal subarachnoid hemorrhage (SAH). This means an emergency for health personnel, who must optimize the time and give opportune treatment to the patient, since it is a condition that can occurs unexpectedly. Because of this, the present study seeks to evaluate the reproducibility of VR and MIP techniques obtained through AR-3D and ASD-2D, in order to see how reproducible it is in its use for the measurement of cerebral aneurysms and thus to perform a faster and more efficient procedure, besides it provides knowledge to the medical team and Medical Technologist regarding the effectiveness of the different modalities granted by the imaging team. **OBJECTIVE:** To evaluate the reproducibility in the width and height measurements of cerebral aneurysms, obtained in the VR and MIP reconstructions of 3D rotational angiography, versus those who were obtained in angiography with 2D digital subtraction, performed in the Angiography service of the Hospital Carlos Van Buren. **METHODS:** From a sample of 139 patients, it is analyzed the examinations performed in the Angiography Unit of the Hospital Carlos Van Buren that had performed an ASD-2D and an AR-3D during the years 2017 – 2018. The width and height measurements of cerebral aneurysms will be analyzed and the reproducibility of the data obtained from the second mentioned technique will be evaluated, with respect to the first. **RESULTS:** 93 measurements were obtained from a total of 45 aneurysms from 42 patients, 35 women and 7 men. 100% of the aneurysms were saccular and 80% were located in the left or right internal carotid artery. With the Bland-Altman graphs it was possible to quantify that the measurements made in the different modalities do not present statistically significant differences, except in isolated cases. Therefore, there is reproducibility in the measurement of cerebral aneurysms between the VR and MIP modalities of AR-3D with the ASD-2D technique. **CONCLUSION:** It is important to consider the advantages and disadvantages of each technique so it is advisable to use both for a better diagnosis.

KEY WORDS: 2D digital subtraction angiography, 3D rotational angiography, Volume Rendering, Maximum Pixel Intensity, aneurysm, artery, subarachnoid hemorrhage.

III. LISTA DE ACRÓNIMOS

- 3D: 3 dimensiones.
- ACI: Arteria carótida interna.
- ACA: Arteria cerebral anterior.
- ACM: Arteria cerebral media.
- ACV: Accidente cerebro vascular.
- ACoA: Arteria comunicante anterior.
- ACoP: Arteria comunicante posterior.
- ACP: Arteria cerebral posterior.
- ALARA: As low as reasonably achievable.
- ASD-2D: Angiografía con sustracción digital 2D.
- AR-3D: Angiografía rotacional 3D.
- ATC: Angiografía por tomografía computada.
- CsI: Ioduro de Cesio.
- a-Si: Silicio amorfo.
- EE. UU: Estados Unidos.
- HCVB: Hospital Carlos Van Buren.
- HSA: Hemorragia subaracnoidea.
- ICC: Coeficiente de correlación intraclase.
- kVp: Kilovolt peak.
- kV: Kilovoltio.
- LCR: Líquido cefalorraquídeo.

- m: Metros.
- m^2: Metros cuadrados.
- mA: Miliamperes.
- MAV: Malformación arteriovenosa.
- MIP: Máxima intensidad de píxel.
- MINSAL: Ministerio de Salud de Chile.
- MPR: Multiplanar reconstruction.
- SPSS: Statistical Package for the Social Sciences.
- VR: Volume rendering.
- TC: Tomografía computada.
- TM: Tecnólogo médico.

IV. ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN……..1

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO……5

2.1. ANATOMÍA VASCULAR……..5

2.1.1. Estructura de los vasos sanguíneos……5

2.1.2. Arterias……...6

2.2. ANATOMÍA VASCULAR CEREBRAL……7

2.2.1. Circulación anterior……7

2.2.1.1. Arteria cerebral anterior……...9

2.2.1.2. Arteria cerebral media……...10

2.2.2. Circulación posterior……10

2.2.2.1. Arteria cerebral posterior……...10

2.2.3. Polígono de Willis……11

2.3. PATOLOGÍA: ANEURISMA CEREBRAL……..12

2.3.1. Definición ……12

2.3.2. Epidemiología……..13

2.3.3. Signos y síntomas……13

2.3.4. Fisiopatología……...14

2.3.5. Factores de riesgo……15

2.3.6. Diagnóstico de un aneurisma……16

2.3.6.1. Tomografía computada ……17

2.3.6.2. Resonancia magnética……...18

2.3.6.3. Angiografía con sustracción digital……...19

2.3.7. Clasificación de los aneurismas cerebrales……...21

2.3.8. Tratamiento……..22

2.3.8.1. Tratamiento quirúrgico……..22

2.3.8.2. Tratamiento endovascular ……23

2.3.9. Complicaciones……24

2.3.9.1. Resangrado……24

2.3.9.2. Vasoespasmo……25

2.3.9.3. Hidrocefalia……...26

2.3.9.4. Hemorragia subaracnoidea……26

2.4. HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA……..26

2.4.1. Epidemiología……..27

2.4.2. Signos y síntomas…….27

2.4.3. Algoritmo de la HSA……28

2.5. RADIACIÓN IONIZANTE……29

2.5.1. Formación de rayos X……...30

2.5.2. Interacción de los rayos X con la materia……32

2.5.3. Absorción diferencial……...34

2.6. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA……...35

2.6.1. Protección radiológica en el pabellón de angiografía……...36

2.7. RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA……38

2.7.1. Pabellón de angiografía……38

2.7.2. Equipo de angiografía……..40

2.7.3. Formación de imagen en fluoroscopia digital……...42

2.7.3.1. Angiografía con sustracción digital……...42

2.7.3.2. Angiografía rotacional 3D…….43

2.7.4. Calidad de imagen……46

CAPÍTULO 3: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN……...49

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN…….49

3.2. HIPÓTESIS……49

3.3. RELEVANCIA……...49

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS…….51

4.1. OBJETIVO GENERAL……..51

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS……. 51

CAPÍTULO 5: MARCO METODOLÓGICO……...53

5.1. TIPO DE ESTUDIO……... 53

5.2. MUESTRA…….53

5.2.1. Definición de la muestra……..53

5.2.2. Muestreo……..54

5.2.3. Tamaño muestral…….54

5.2.4. Criterio de inclusión y exclusión……..55

5.3. VARIABLES……..55

5.4. FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS……57

5.5. PROCEDIMIENTOS Y/O ACTIVIDADES……..57

5.6. PLAN DE ANÁLISIS…….60

5.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS……60

5.8. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACÍON……62

CAPÍTULO 6: RESULTADOS……63

6.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE…….....67

6.2. GRÁFICOS DE BLAND-ALTMAN…….70

CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN…….77

7.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO…….80

7.2. RECOMENDACIONES ……80

CAPÍTULO 8: CONCLUSIÓN…….82

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA……..83

CAPÍTULO 10: ANEXOS……90

10.1. ANEXO 1: DIAGNÓSTICO HEMORRAGÍA SUBARACNOIDEA POR ANEURISMA CEREBRAL……..90

10.2. ANEXO 2: BASE DE DATOS…….91

V. ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: Segmentación de la Arteria Carótida Interna en una Angiografía Cerebral…...8

FIGURA 2.2: Segmentación de Bouthillier de la Arteria Carótida Interna……..9

FIGURA 2.3: El Polígono de Willis y sus componentes……12

FIGURA 2.4: Aneurisma en el top basilar visualizado en un AngioTC en una reconstrucción axial, coronal y 3D volume rendering……18

FIGURA 2.5: Visualización en angioresonancia 3D sin contraste de un aneurisma cerebral en la AComA…….19

FIGURA 2.6: Aneurisma cerebral en la ACM izquierda en proyección anteroposterior y lateral…….20

FIGURA 2.7: Clasificación de aneurismas según su forma……...21

FIGURA 2.8: Rayos X característicos……...30

FIGURA 2.9: Radiación de frenado o Bremsstrahlung……..31

FIGURA 2.10: Efecto Compton……33

FIGURA 2.11: Efecto fotoeléctrico ……..34

FIGURA 2.12: Rayos X componentes de una imagen radiográfica, los dispersados por la interacción Compton, los absorbidos por el efecto fotoeléctrico y los que no sufrieron interacción…….35

FIGURA 2.13: Mapa isokerma normalizado a 1 m del suelo del FD20, en proyección frontal……37

FIGURA 2.14: Elementos de protección radiológica…….38

FIGURA 2.15: Diseño estándar de un pabellón de angiografía……40

FIGURA 2.16: Equipo de angiografía PHILIPS AlluraXper FD20……...40

FIGURA 2.17: Esquema de la formación de imagen en la angiografía con sustracción digital…….43

FIGURA 2.18: Imagen de una reconstrucción MIP en donde se visualizan aneurismas en la circulación anterior derecha en la ACA, AComP y ACM……..45

FIGURA 2.19: Imagen de un VR en la cual se demuestra una apropiada delineación del cuello aneurismático y de las arterias adyacentes……...45

FIGURA 2.20: Fantoma para evaluar la resolución espacial en TC……...46

FIGURA 2.21: Fantoma para evaluar la resolución de contraste en TC…….47

FIGURA 2.22: Efecto del ruido sobre la visualización fantoma para evaluar resolución espacial. Imagen con adquirida con alta dosis e Imagen adquirida con baja dosis……..48

FIGURA 5.1: Protocolo de medición de aneurismas…….59

VI. ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: Factores de riesgo de aneurismas cerebrales…….16

TABLA 2.2: Escala de Fisher……29

TABLA 2.3: Escala de Fisher modificada…….29

TABLA 6.1: Análisis estadístico descriptivo según el sexo……...63

TABLA 6.2: Análisis estadístico descriptivo según la edad……...63

TABLA 6.3: Análisis estadístico descriptivo del ancho de los aneurismas en las técnicas VR, MIP y ASD-2D…….....65

TABLA 6.4: Análisis estadístico descriptivo del alto de los aneurismas en las técnicas VR, MIP y ASD-2D…….....66

TABLA 6.5: Escala de valores del ICC……..68

TABLA 6.6: Coeficiente de correlación intraclase entre ancho ASD-2D y ancho VR…….68

TABLA 6.7: Coeficiente de correlación intraclase entre ancho ASD-2D y ancho MIP……68

TABLA 6.8: Coeficiente de correlación intraclase entre ancho VR y ancho MIP……69

TABLA 6.9: Coeficiente de correlación intraclase entre alto ASD-2D y alto VR…….69

TABLA 6.10: Coeficiente de correlación intraclase entre alto ASD-2D y alto MIP……..……...69

TABLA 6.11: Coeficiente de correlación intraclase entre alto VR y alto MIP……..……...69

TABLA 6.12: Parámetros del Gráfico 6.4……..71

TABLA 6.13: Parámetros del Gráfico 6.5……..72

TABLA 6.14: Parámetros del Gráfico 6.6……..73

TABLA 6.15: Parámetros del Gráfico 6.7……..74

TABLA 6.16: Parámetros del Gráfico 6.8……..75

TABLA 6.17: Parámetros del Gráfico 6.9……..76

VII. ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1: Probabilidad de resangrado post HSA……..24

GRÁFICO 2.2: Prevalencia del vasoespasmo angiográfico y clínico durante los primeros 15 días post HSA……25

GRÁFICO 6.1: Histograma de frecuencia de edad……64

GRÁFICO 6.2: Box-Plot Ancho de los aneurismas en las técnicas ASD-2D, VR y MIP……65

GRÁFICO 6.3: Box-Plot Alto de los aneurismas en las técnicas ASD-2D, VR y MIP…….....67

GRÁFICO 6.4: Bland-Altman Ancho ASD-2D v/s Ancho VR……71

GRÁFICO 6.5: Bland-Altman Ancho ASD-2D v/s Ancho MIP……72

GRÁFICO 6.6: Bland-Altman Ancho VR v/s Ancho MIP……73

GRÁFICO 6.7: Bland-Altman Alto ASD-2D v/s Alto VR……74

GRÁFICO 6.8: Bland-Altman Alto ASD-2D v/s Alto MIP……...75

GRÁFICO 6.9: Bland-Altman AltoVR v/s Alto MIP……76

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El aneurisma cerebral es una patología que se puede definir como ensanchamiento o dilatación anormal del vaso sanguíneo por una debilidad de su pared. Producto de esta debilidad es que comienza la deformación de una o ambas paredes del vaso y por ende según su forma los podemos clasificar en 3 grupos: saculares, disecantes o fusiformes. Los aneurismas cerebrales en su mayoría son de tipo sacular (90%), aproximadamente 85% de estos se encuentran ubicados en arterias del polígono de Willis y los más comunes están en la arteria comunicante anterior (35%), seguidos de la arteria carótida interna (30%) y por último la arteria cerebral media (22%) (1). Frecuentemente los aneurismas intracraneales son asintomáticos, sin embargo, estos pueden llegar a romperse y producir extravasación de sangre al espacio subaracnoideo, esto se denomina hemorragia subaracnoidea (HSA), la cual representa una emergencia neurológica por su alta mortalidad. La principal causa de una HSA es el trauma, secundario a esto, es cuando se asocia a rotura espontánea del aneurisma.

Los factores de riesgo relacionados a una HSA a causa de una rotura espontánea aneurismática se pueden dividir en dos grupos: modificables y no modificables. Dentro de los primeros encontramos la hipertensión arterial y el tabaquismo. Mientras que en los últimos se consideran los antecedentes familiares, enfermedad poliquística renal, enfermedades de tejido conectivo y displasia fibromuscular (2,3). Se ha establecido una mayor prevalencia de aneurisma cerebral en personas con enfermedad poliquística renal o antecedentes familiares de HSA aneurismática (4). Los antecedentes familiares pueden aumentar el riesgo de esta patología hasta en un 10% (5).

De acuerdo, al metaanálisis realizado por Hughes et al. (6), el cual incluyó 58 estudios de 31 diferentes países, se estimó la prevalencia de la HSA secundaria a un aneurisma en 6.67 x 100.000 habitantes (0.71 - 12.38 x 100.000 habitantes). Aproximadamente 500.000 personas padecerán de una HSA por rotura de aneurisma cada año. Por otro lado, cerca del 10-15% de las personas que padezcan una hemorragia

subaracnoidea por rotura de aneurisma morirá antes de llegar al hospital y el 25% lo hará después de 24 horas de iniciado el sangrado (7).

En los EE. UU. aproximadamente entre 8 a 10 millones de personas podrían tener un aneurisma, de los cuales cada año 30.000 pueden padecer de un sangramiento (8).

Según el MINSAL (3), la tasa de mortalidad en el año 2004 de HSA aneurismática fue de 2.8 x 100.000 habitantes, provocando 451 muertes dicho año. El riesgo de muerte por esta enfermedad va aumentando con la edad, el más alto riesgo es desde los 55 años en adelante y representan el 55.9% de las defunciones.

En el año 2015, la tasa de mortalidad fue de 2.7 x 100.000 habitantes, provocando 486 defunciones. En el año 2016, la letalidad intrahospitalaria por HSA registrada en hospitales chilenos fue de 20.6%, considerando además que esta cifra podría ser más alta tomando en cuenta que algunas personas mueren antes de llegar al recinto asistencial. Esto deja entrever que la situación no ha mejorado mucho a través de los años, y que las tasas se mantienen casi iguales (9).

La detección de aneurismas cerebrales se realiza mediante la angiografía por tomografía computada (ATC) de cerebro y la angiografía rotacional 3D (AR-3D)(3), estas técnicas buscan obtener diferentes vistas del aneurisma para determinar su ubicación y caracterización más exacta. La realización de la AR-3D permite idear la conducta a seguir para tratar el problema, debido a que presenta la ventaja de realizar reconstrucciones, tales como MPR, VR y MIP, que nos permitirán visualizar correlación anatómica y la mejor proyección del aneurisma, además que en el caso que pueda tratarse en el pabellón de angiografía, se podría iniciar inmediatamente el tratamiento endovascular, el cual se ha convertido en el estándar de atención para la rotura de aneurismas intracraneales en la última década (10).

Esta técnica implica que el angiógrafo rote alrededor del paciente emitiendo radiación de manera constante e inyectando medio de contraste durante los pocos segundos que dura la adquisición, por lo tanto la AR-3D posee una serie de ventajas en comparación a la ATC de cerebro, estas son que la técnica angiográfica posee una mayor resolución espacial

y de contraste, no hay interferencia de estructuras óseas y como se dijo anteriormente otorga la posibilidad de realizar intervenciones endovasculares inmediatamente (11).

Hoy en día con los avances de la medicina y ubicándonos en el campo de la hemodinamia, la tecnología ha permitido que los procedimientos endovasculares, debido a ser mínimamente invasivos, están desplazando a los de tipo quirúrgico o clipping para el tratamiento de aneurismas intracraneales, según el estudio de Orozco-Gímenez et al. (12) los pacientes tratados quirúrgicamente fueron más afectados neuropsicológicamente que los que recibieron tratamientos por vía endovascular. La embolización endovascular o coiling consta en rellenar el saco aneurismático con uno o varios coils con la finalidad de aislar el aneurisma de la arteria afectada, evitando que llegue flujo sanguíneo a esta. Por lo tanto, la importancia de la AR-3D radica en la correcta planificación de la embolización endovascular, ya que sus reconstrucciones permiten la visualización de la angioarquitectura cerebral que será tratada, por lo que corroborar que las mediciones realizadas en las adquisiciones sean confiables es menester.

El objetivo del presente estudio consiste en estimar el grado de reproducibilidad que tienen las reconstrucciones VR y MIP adquiridas por la angiografía rotacional 3D al momento de medir el ancho y alto del aneurisma con respecto a la angiografía 2D con sustracción digital, el cual es considerado el examen gold estándar para la detección de los aneurismas cerebrales (13), sin embargo, en la actualidad la angiografía rotacional 3D está siendo catalogada como estándar de referencia debido a sus múltiples ventajas como la mayor detección de aneurismas pequeños y una mejor representación de la morfología de esta patología (14–19). Dichas imágenes serán generadas gracias al angiógrafo del Hospital Carlos Van Buren (HCVB), por lo que estos resultados no necesariamente van a predecir lo que ocurrirá en otros equipos.

Para llevar a cabo el objetivo se requieren exámenes de pacientes diagnosticados con aneurismas, los cuales tengan la angiografía 2D y 3D en las que realizaremos la medición de las dimensiones mencionadas anteriormente en el objetivo y procederemos a realizar los cálculos para poder ver la reproducibilidad que tienen ambas técnicas.

En un procedimiento diagnóstico siempre se comienza con la ASD-2D, una vez ubicado el aneurisma se procede a realizar la AR-3D, posterior a esto el médico junto al tecnólogo médico (TM) en base a lo obtenido en el VR de la circulación cerebral debe buscar una proyección donde pueda desproyectar el aneurisma de los vasos colindantes, finalmente realiza una proyección 2D, la cual usará para medir la lesión. Así este estudio nos permitirá dar al equipo médico un argumento con base científica donde se demostrará si las técnicas usadas son equivalentes dando plena confianza al realizar una medición y planificar de esta manera el tratamiento.

Dentro de los roles del TM, es fundamental el cuidado al paciente con respecto a la dosis de radiación que este recibe, por lo tanto, si este estudio posee una hipótesis positiva permitirá que el examen sea más corto en el sentido que no se deberán realizar proyecciones de confirmación usando la ASD-2D, producto de esto la radiación que recibe el paciente será menor, finalmente y en directa relación a lo anteriormente mencionado el medio de contraste administrado también disminuirá.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. ANATOMÍA VASCULAR

La sangre es un tejido que se distribuye con ayuda del corazón y tiene diversas funciones, entre ellas la de transporte de oxígeno y nutrientes a los órganos corporales. Sin embargo, este tejido necesita de una estructura para poder viajar y repartirse en todo el cuerpo. Aquí es donde entran en juego los vasos sanguíneos.

Los vasos sanguíneos nacen desde el corazón como arterias que se van ramificando y transformando en vasos más pequeños llamados arteriolas, terminando en pequeños y finos capilares donde, específicamente, ocurre el intercambio de nutrientes. Estos capilares se conectan con otros del mismo tipo que, a diferencia de los primeros, van a transportar la sangre desde los órganos a vénulas y luego venas que terminan llevándola al corazón y así repetir el ciclo.

2.1.1. Estructura de los vasos sanguíneos

Todos los vasos sanguíneos que componen el sistema circulatorio tienen la misma cantidad de capas, lo que variará será la composición de esta dependiendo de la función que tengan. Estas capas son:

- Túnica íntima: Está compuesta por capas de tejido epitelial y conectivo. El revestimiento es un epitelio escamoso, simple y especializado que se denomina endotelio y está presente en toda la continuidad del sistema vascular. Una característica importante del endotelio es su capacidad de liberar sustancias químicas como la endotelina, la cual genera constricción de la musculatura lisa existente en la pared del vaso y así poder aumentar la presión arterial del sujeto. El endotelio se une a la capa de tejido conectivo mediante una membrana basal, la cual entrega resistencia

y flexibilidad, además de presentar permeabilidad lo que permite el paso de sustancias a través de las otras capas. Finalmente, la capa de tejido conectivo presenta fibras elásticas para dar más flexibilidad y fibras de colágeno que otorgan fuerza adicional al vaso. En arterias de gran calibre se presenta una capa adicional de fibras elásticas, justo en el límite de la túnica íntima, que es conocida como membrana elástica interna (20).

- Túnica media: Es la capa intermedia y más gruesa existente en los vasos sanguíneos, esta capa es mucho más gruesa en arterias que en venas. La túnica media está formada por láminas de músculo liso el cual está orientado de manera circular, soportadas por tejido conectivo compuesto principalmente por fibras elásticas. La principal función de esta capa es que gracias a sus láminas de musculatura lisa, permiten mediante la contracción y relajación aumentar o disminuir el diámetro de la luz del vaso y así regular tanto el flujo sanguíneo como la presión arterial (20).
- Túnica externa: La última y más externa capa de los vasos sanguíneos es la túnica externa o también conocida como túnica adventicia. Formada por tejido conectivo el cual está compuesto por fibras de colágeno y algunas fibras elásticas, su principal función es darle fuerza y anclaje al vaso sanguíneo (20).

2.1.2. Arterias

Las arterias son vasos sanguíneos que transportan sangre desde el corazón, su principal característica con respecto a su contraparte, las venas, es que si bien presentan la misma composición en su pared lo que la diferencia es el grosor de estas, las arterias deben tener paredes más gruesas para soportar de mejor manera la sangre a gran presión proveniente desde el corazón, por lo tanto sus tres capas deben tener una mayor cantidad de fibras elásticas (20).

2.2. ANATOMÍA VASCULAR CEREBRAL

El sistema arterial cerebral está compuesto por la circulación anterior y la circulación posterior, estas se unen formando el polígono de Willis.

2.2.1. Circulación anterior

La irrigación de la circulación anterior cerebral proviene del sistema carotídeo, específicamente la arteria carótida interna, la cual se origina de la bifurcación de la arteria carótida común o primitiva a nivel de C3-C4 (21,22).

La arteria carótida interna posee 7 segmentos, según la clasificación de Bouthillier, la que se basa en el aspecto angiográfico (Figura 2.1) y en la relación de los vasos con la anatomía circundante (Figura 2.2) (21,22).

- Segmento C1 o cervical: porción que se inicia desde la bifurcación carotídea o nacimiento de la arteria carótida interna y termina en su entrada al cráneo, a través del hueso temporal por el canal carotídeo. Este segmento no contiene ramas.
- Segmento C2 o petroso: fracción que discurre por el canal carotídeo del hueso temporal y que concluye en la salida de este canal en el ápex petroso. Además, está compuesto por dos subsegmentos, uno vertical y otro horizontal. Posee dos ramas, la arteria vidiana y la carotidotimpánica.
- Segmento C3 o lacerum: segmento arterial que va del ápex petroso, recorre el foramen lacerum y termina en el margen superior del ligamento petrolingual. No posee ramas.
- Segmento C4 o cavernoso: segmento que comienza en el margen superior del ligamento petrolingual y termina en el anillo dural proximal. El segmento cavernoso se divide en una porción vertical posterior, horizontal y vertical anterior, y posee 2 ramas, la arteria meningohipofisiaria (tronco posterior) y la arteria del seno cavernoso inferior (tronco inferolateral).

- Segmento C5 o clinoideo: fracción que va desde el anillo dural proximal hasta el anillo dural distal, lugar donde la arteria carótida interna ingresa al espacio subaracnoideo.
- Segmento C6 u oftálmico: porción que se inicia en el anillo dural distal y termina en el extremo proximal del origen de la arteria comunicante posterior. Este segmento posee dos ramas, la arteria oftálmica y la arteria hipofisiaria.
- Segmento C7 o comunicante: segmento que parte en el origen proximal de la arteria comunicante posterior y concluye en la bifurcación de la ACI en la arteria cerebral anterior y la arteria cerebral media.

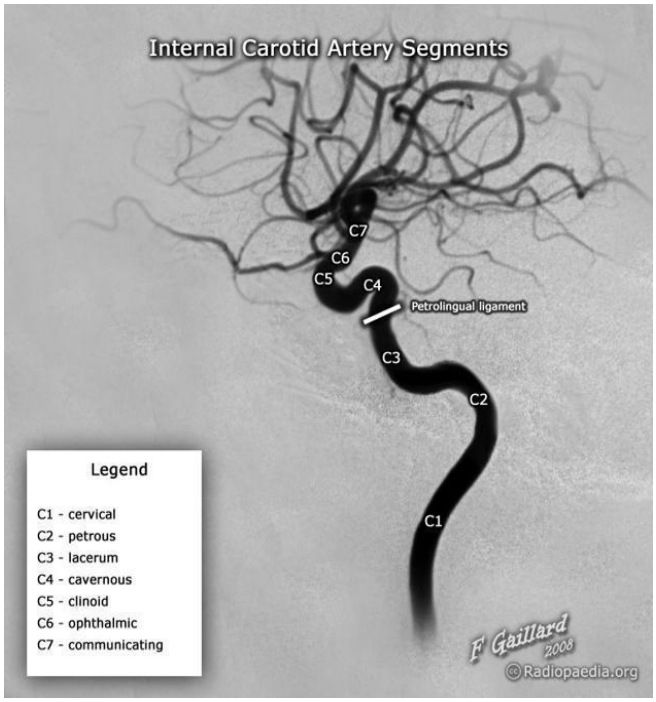


FIGURA 2.1 *Segmentación de la Arteria Carótida Interna en una Angiografía Cerebral* (23).

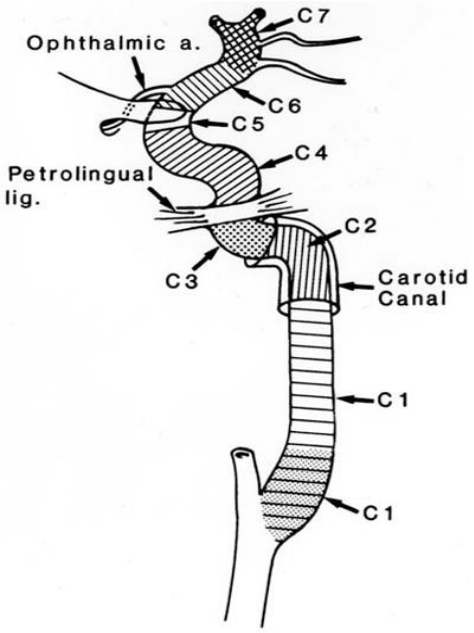


FIGURA 2.2 *Segmentación de Bouthillier de la Arteria Carótida Interna* (24).

2.2.1.1. Arteria cerebral anterior

Rama arterial que proviene de la bifurcación de la ACI, esta se une a su similar contralateral a través de la arteria comunicante anterior. Esta arteria está dividida en 3 segmentos (21,22).

- Segmento A1 o precomunicante: porción que se inicia desde el origen de la ACA y termina en la AComA. De este segmento salen las ramas perforantes lenticuloestriadas mediales y la arteria recurrente de Heubner.
- Segmento A2 o postcomumicante: porción que inicia en la AComA, recorre la cisura interhemisférica y finaliza en el genu del cuerpo calloso. El segmento A2 posee ramas callosas perforantes y ramas corticales, como la arteria orbitofrontal y frontopolar.
- Segmento A3 o distal: segmento también conocido como arteria pericallosa, este se proyecta a través de la rodilla del cuerpo calloso y posee como rama a la arteria callosomarginal.

2.2.1.2. Arteria cerebral media

Segunda rama arterial que proviene de la bifurcación de la ACI y esta se divide en 4 segmentos (21,22).

- Segmento M1 o proximal: porción que va desde el origen de la ACM hasta la cisura de Silvio. Este posee una bifurcación, por lo que se divide en los subsegmentos prebifurcación y postbifurcación. De este segmento provienen las ramas lenticuloestriadas laterales y de su bifurcación nace la arteria temporal anterior.
- Segmento M2 o insular: segmento que se inicia en la cisura de Silvio y finaliza en la fracción más superior de la cisura de Silvio. De M2 nacen numerosas ramas que irrigan el lóbulo de la ínsula.
- Segmento M3 u opercular: se inicia de la porción superior de la cisura de Silvio y concluye en el extremo lateral de esta cisura, en la superficie del cerebro.
- Segmento M4 o cortical: ramas arteriales que surgen de la superficie de la cisura de Silvio y que se extienden a través de la cortical del hemisferio cerebral.

2.2.2. Circulación posterior

La circulación posterior es la encargada de la perfusión restante del cerebro y su irrigación sanguínea proviene de la arteria basilar.

2.2.2.1. Arteria cerebral posterior

Rama arterial que se origina de la bifurcación de la arteria basilar. Estas arterias se dividen en 4 segmentos (21,22).

- Segmento P1 o precomunicante: segmento que se encuentra dentro de la cisterna interpeduncular y que va desde el origen de la bifurcación basilar hasta la anastomosis

de la ACP con la AComP. Además, de P1 surgen las arterias talamoperforantes posteriores.

- Segmento P2 o ambiens: porción que se inicia posterior a la unión de la ACP con la AComP y esta recorre la cisterna ambiens sobre el tentorio. De P2 nacen las arterias talamogeniculadas y perforantes pedunculares, además tienen origen las ramas corticales temporal anterior y posterior.
- Segmento P3 o cuadrigeminal: división que comienza y recorre la cisterna cuadrigémina hasta la cisura calcarina.
- Segmento P4 o calcarina: tramo final de la ACP que tiene su recorrido en el interior de la cisura calcarina.

2.2.3. Polígono de Willis

Círculo arterial compuesto por la anastomosis de las arterias procedentes de la circulación anterior y posterior, este se localiza en la base del cerebro rodeando la superficie ventral del diencéfalo, es la principal responsable de la irrigación cerebral y posee la capacidad de redistribuir de manera apropiada la irrigación del cerebro ante cualquier alteración en el flujo sanguíneo (22,25).

Las arterias que forman el círculo arterial son: dos ACI, dos segmentos A1 de la ACA, la AComA, dos AComP, la arteria basilar y dos segmentos P1 de la ACP (Figura 2.3). Sin embargo, el polígono de Willis se ve completo en el 20-25% de los casos, esto ocurre debido a la presencia de variantes anatómicas como hipoplasias, ausencias y duplicaciones de las arterias que las componen. Las variantes anatómicas más comunes del polígono son: hipoplasia o ausencia de una o ambas AComP (25-33%), ACP de origen fetal (10% en lado izquierdo y derecho, 8% bilateral), hipoplasia del segmento A1 (10%) y duplicación y ausencia de la AComA (5%) (25).

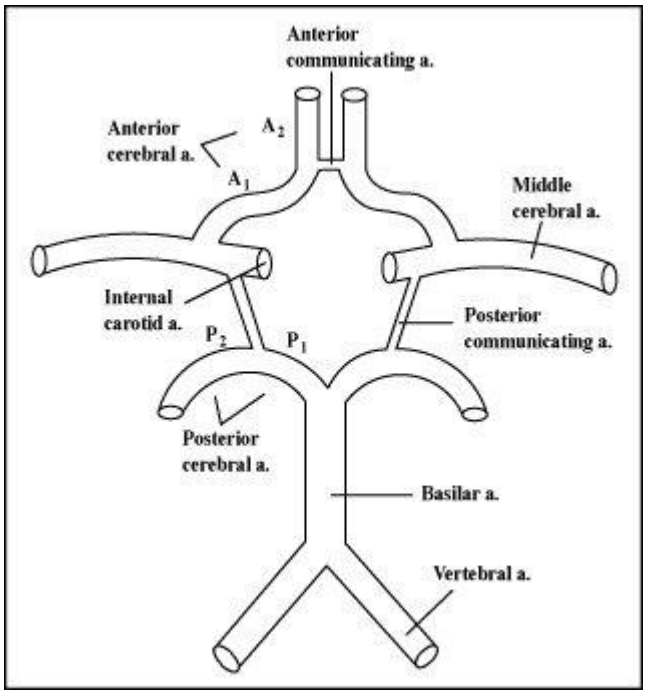


FIGURA 2.3 *El Polígono de Willis y sus componentes* (26).

2.3. PATOLOGÍA: ANEURISMA CEREBRAL

2.3.1. Definición

Los aneurismas cerebrales o intracraneales se definen como el ensanchamiento, dilatación o abombamiento de las arterias cerebrales, debido a un debilitamiento de la pared del vaso afectado (27). El aneurisma al abarcar un mayor volumen en el lugar que se encuentra ubicado puede provocar la compresión de nervios y tejido cerebral aledaño, además, unas de las complicaciones más graves de esta patología es la rotura del aneurisma, generando una hemorragia en el espacio subaracnoideo, esta complicación se profundizará en un apartado más adelante.

2.3.2. Epidemiología

Se estima que entre un 5 y 10% de la población padece de un aneurisma intracraneal, sin embargo, es difícil ser más exactos al no haber tantos estudios que hablen sobre la incidencia de esta patología, ya que en la mayoría de los casos la persona no presenta signos y/o síntomas.

La prevalencia de un aneurisma intracraneal es más grande en personas mayores. A partir de los 30 años el riesgo va aumentando (4).

Las mujeres, especialmente postmenopáusicas, tienen un mayor riesgo de formar un aneurisma intracraneal. Sin embargo, el sexo del individuo no está asociado con una mayor prevalencia en la rotura de estos aneurismas (28,29).

2.3.3. Signos y síntomas

El mayor inconveniente de un aneurisma cerebral es la combinación de sus complicaciones con la carencia de signos y síntomas que presenta, aunque a grandes rasgos, la lesión de masa, un ACV o una convulsión pueden asociarse a un aneurisma. Bien sabido es que la HSA es una emergencia médica neurológica, por lo cual el tiempo de respuesta es muy importante y lo silencioso de esta patología no ayuda en el pronóstico. En esto radica la experiencia del facultativo de sospechar oportunamente de un aneurisma cerebral y así efectuar los exámenes de rigor.

Esta enfermedad puede provocar síntomas dependiendo de diversos factores, tales como: ubicación, tamaño, expansión del aneurisma y si está calcificado o no. Los aneurismas de gran tamaño pueden provocar trombos, a diferencia de los de menor tamaño que podrían generar embolias (30).

También, dependiendo de su localización a nivel cerebral y proximidad a nervios craneales, pueden provocar síntomas neurológicos y dolor. Cuando esto ocurre, es común que sea debido a aneurismas en la ACI (30).

Un aneurisma puede ocasionar dolor de cabeza, isquemia transitoria o infarto cerebral, ceguera monocular repentina y convulsiones. Los dolores de cabeza no parecen tener un patrón de ubicación (30,31).

Por último, cabe destacar que, pese a que los exámenes como TC o punción lumbar salgan negativos, no se debe descartar un aneurisma en un paciente con un severo dolor de cabeza de repentina aparición.

2.3.4. Fisiopatología

Los aneurismas cerebrales se originan debido a un debilitamiento en la pared de la arteria afectada, esta alteración puede ser congénita o por enfermedades genéticas como alteraciones del tejido conjuntivo, enfermedad poliquística renal y trastornos vasculares. Igualmente, existen aneurismas con origen traumático e infeccioso, los primeros representan el 1% de todos los aneurismas intracraneales, mientras que los segundos también conocidos como aneurismas micóticos representan al 0,5% (27,32,33).

Generalmente, la formación de aneurismas intracraneales se encuentra asociado con la degradación de la lámina elástica interna y las fibras de colágeno de la pared arterial. Sin embargo, el mecanismo fisiopatológico que genera esta debilidad en el vaso sanguíneo no ha sido del todo descubierto, pero según Guerrero-Muñiz Salvador, et al. (34) existen 4 procesos que componen el mecanismo de formación y desarrollo del aneurisma:

1. Degradación del tejido conectivo de la pared del vaso: las arterias que poseen aneurismas se caracterizan por tener un déficit de elastina en su matriz extracelular y un elevado metabolismo de colágena, lo cual genera la destrucción de las unidades laminares de las paredes del vaso.
2. Instalación de un proceso inflamatorio: aún no se conoce de manera exacta el origen del proceso inflamatorio, sin embargo, de acuerdo con los hallazgos realizados en exámenes histopatológicos e inmunohistoquímicos, se han encontrado leucocitos en el espacio transmembranal y en la zona que se extiende desde la adventicia hasta la capa externa del vaso, los cuales podrían causar la destrucción de las paredes de la

arteria. Además, en estudios inmunohistológicos y bioquímicos se han revelado que las células que conforman las paredes del vaso sanguíneo afectado poseen una alta producción de factores locales y moléculas bioactivas que inician y prolongan el proceso inflamatorio.

3. Alteraciones biomecánicas en la pared del vaso: la matriz extracelular de las paredes arteriales está compuesta por proteínas básicas como la elastina y la colágena, estas pueden ser degradadas por enzimas proteolíticas conocidas como metaloproteinasas de matriz extracelular. Asimismo, junto a la proteólisis de la matriz extracelular ocurre una pérdida de células musculares lisas, lo cual es ocasionado por la activación de la apoptosis, que se correlaciona al aumento en la expresión de proteínas pro-apoptóticas (p53 y Bax) y la disminución en la expresión de proteínas anti-apoptóticas (Bcl-2) en el tejido vascular.
4. Aspectos genéticos: las bases genéticas relacionadas a la formación de aneurismas no han sido totalmente definidas, pero es lógico pensar que una predisposición genética pueda provocar una alteración que propicie el desarrollo de un aneurisma. Cabe destacar que las personas que tienen parientes de primer grado con esta patología poseen una prevalencia que va desde los 5,4% hasta el 33%.

2.3.5. Factores de riesgo

Los factores de riesgo que acrecientan la probabilidad de formación de aneurismas cerebrales son categorizados en hereditarios y adquiridos, estos son enumerados en la Tabla 2.1:

TABLA 2.1 *Factores de riesgo de aneurismas cerebrales* (35).

Factores Hereditarios	**Factores Adquiridos**
- Déficit de alfa-glucosidasa. - Deficiencia de alfa-1-antitripsina. - Malformación arteriovenosa. - Coartación aórtica. - Síndrome de Ehlers-Danlos. - Antecedentes familiares de aneurismas. - Sexo femenino. - Displasia fibromuscular. - Telangiectasia hemorrágica hereditaria. - Síndrome de Klinefelter. - Síndrome de Noonan. - Enfermedad poliquística renal. - Esclerosis tuberosa.	- Edad >40 años. - Alcoholismo. - Aterosclerosis. - Tabaquismo. - Consumo de cocaína o anfetamina. - Hipertensión. - Traumatismo. - Infección.

Los factores mencionados en la Tabla 2.1 no necesariamente son la razón del origen de la enfermedad, existen casos en que los afectados no poseen estos factores predisponentes y aún así desarrollan aneurismas, mientras que hay otros casos en que las personas sí poseen estos factores y no los generan.

2.3.6. Diagnóstico de un aneurisma

Es importante recordar que los aneurismas son asintomáticos, sin embargo, cuando estos son de mayor tamaño comienzan a comprimir tejido aledaño pudiendo causar síntomas, por lo que generalmente el hallazgo de un aneurisma sin molestias para el paciente es meramente incidental durante algún examen médico. Por otro lado, lo que es muy común

es el diagnóstico del aneurisma mediante exámenes imagenológicos cuando este se rompe y genera una hemorragia en el espacio subaracnoideo.

Así tendremos principalmente tres modalidades imagenológicas para detectar un aneurisma.

2.3.6.1. Tomografía computada

Este examen imagenológico consiste en una serie de imágenes tomográficas obtenidas mediante la utilización de rayos X, los cuales irradian el perímetro del paciente, posteriormente esta información se procesa en un computador generando cortes axiales anatómicos de la estructura estudiada (Figura 2.4). El principio de esta tecnología para la generación de la imagen está directamente relacionado a la densidad que presente el tejido en estudio, permitiendo diferenciar las estructuras según qué tanto atenúan la radiación recibida. Ahora bien, como los vasos son estructuras huecas, un aneurisma no se verá a simple vista a menos que este sea de gran tamaño o posea calcificaciones, por lo tanto, para lograr una mejor visualización introduciremos medio de contraste yodado, sustancia química que permitirá aumentar la atenuación de la radiación en los vasos sanguíneos generando un mayor contraste diferenciándolo del tejido aledaño. Si bien la técnica Gold Standard es la angiografía con sustracción digital, la TC es una alternativa de más rápido acceso para poder orientar el diagnóstico clínico, es por esto que realizaremos una modalidad conocida como ATC. Gracias al procesamiento computacional de la información el equipo también nos puede entregar un modelo 3D con el contenido intraarterial, demostrando de mejor manera un aneurisma.

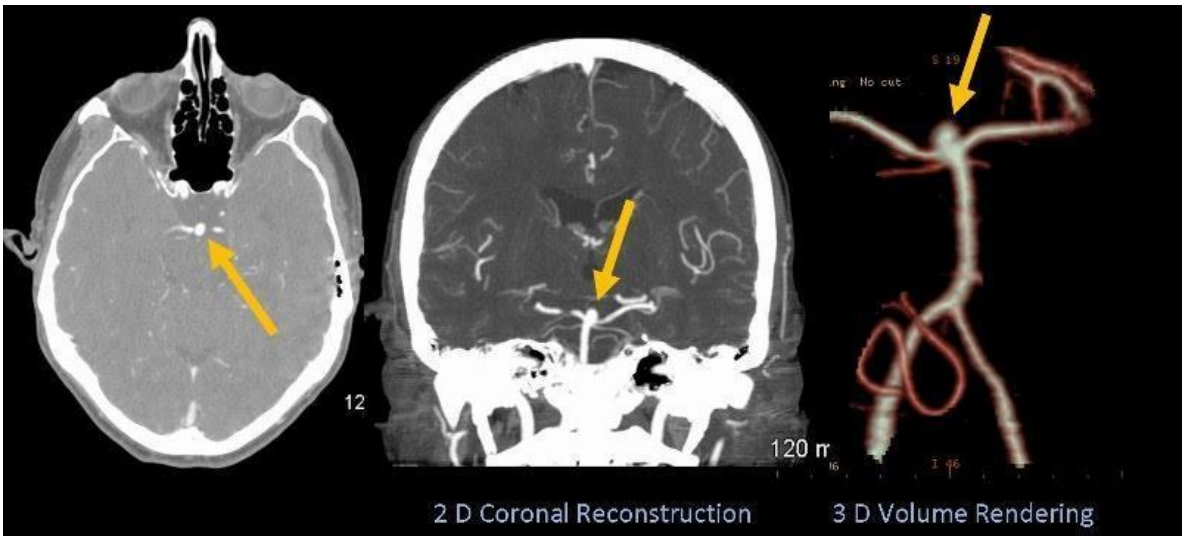


FIGURA 2.4 *Aneurisma en el top basilar visualizado en un AngioTC en una reconstrucción axial, coronal y 3D volumerendering* (36).

En caso de que el aneurisma se encuentre roto la sangre liberada al espacio subaracnoideo da una imagen característica en TC por lo tanto no es necesario hacer un ATC para la confirmación diagnóstica. La importancia del TC para la confirmación diagnóstica de una HSA radica principalmente en la rapidez del examen para la obtención de la imagen.

2.3.6.2. Resonancia magnética

La resonancia magnética es otro método imagenológico que podemos utilizar para el diagnóstico de un aneurisma. El equipo genera un campo magnético alrededor del paciente, luego se envían pulsos de radiofrecuencia que interactúan con los átomos de hidrógeno presentes en los diferentes tejidos modificando el movimiento de estos, haciendo que todos giren de la misma manera, a medida que estos vuelvan a su estado normal los tejidos envían una señal de radiofrecuencia, la cual es leída por el equipo para formar la imagen. Es por esto que es un examen menos dañino para el paciente debido a que no usaremos radiación X, ahora bien la principal desventaja es el tiempo de duración del

examen, ya que en comparación con el TC los tiempos de duración del examen completo son mayores y la disponibilidad de este, es más reducida (37).

Como el objetivo de la realización del examen es ver el estado de las arterias del paciente se necesita hacer una angioresonancia (Figura 2.5). Gracias a la tecnología que nos ofrece el equipo existen dos maneras de hacer esta angioresonancia, lo que los diferencia es el uso o no de un medio de contraste endovenoso.

FIGURA 2.5 *Visualización en angioresonancia 3D sin contraste de un aneurisma cerebral en la AComA* (38).

2.3.6.3. Angiografía con sustracción digital

La angiografía con sustracción digital es el Gold Standard tanto para la evaluación de la angioarquitectura cerebral, como para el diagnóstico de aneurismas en esta zona, además de esto también es una herramienta útil para el posterior tratamiento de esta.

La angiografía con sustracción digital es un examen invasivo en el cual mediante una punción arterial y la posterior introducción de catéteres al sistema arterial del paciente podremos obtener imágenes sobre la arquitectura vascular (Figura 2.6).

El principio de esta metodología es el uso de radiación X, donde la diferencia de radiación que llegue al receptor de imagen posterior a interactuar con el paciente será la responsable de la adquisición. Dos puntos muy importantes en este examen son el uso de medio de contraste, el cual nos permitirá ver la luz intraarterial y segundo es la sustracción digital. El sitio Learning Neuroradiology (39) explica la angiografía con sustracción digital como:

> *"Un método de fluoroscopía en el que se toma una imagen de máscara inicial antes de administrar el contraste y se guarda. Después de administrar el contraste, se continúa la fluoroscopía y la máscara de pre-contraste guardada se resta de estas imágenes más recientes obtenidas después del contraste. El resultado es una imagen con el fondo sustraído, de manera que solo se ven los vasos con contraste mejorado".*

Este tipo de examen brindará una imagen bidimensional de la arquitectura vascular, por lo tanto, para mejorar el diagnóstico se realiza una técnica adicional la cual se denomina angiografía rotacional 3D. El equipo gira alrededor del paciente emitiendo radiación al mismo tiempo que se inyecta medio de contraste intraarterial, el resultado de este procedimiento es la obtención de una imagen tridimensional de la anatomía vascular cerebral.

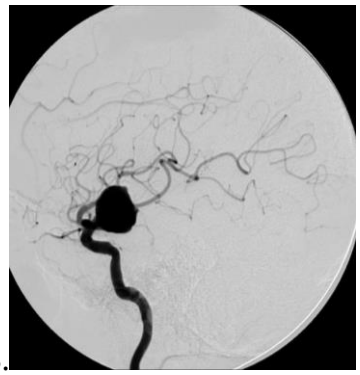
A. B. 

FIGURA 2.6 *Aneurisma cerebral en la ACM izquierda en proyección anteroposterior (A) y lateral (B)* (40).

2.3.7. Clasificación de los aneurismas cerebrales

Los aneurismas intracraneales se pueden clasificar según forma, tamaño y ubicación, estas categorizaciones serán detalladas a continuación (1,27,41).

1. Por forma (Figura 2.7):

- Sacular: estos tienen forma de saco, el cual se encuentra unido a través de un cuello al vaso afectado y se encuentran principalmente en las ramificaciones arteriales. Esta forma representa el 90% de los aneurismas totales.
- Fusiforme: este tipo se caracteriza por el ensanchamiento de toda la pared del vaso afectado. Estos representan el 7% de los aneurismas totales.
- Disecante: estos se presentan como una protuberancia sobre la pared de la arteria, esta es generada por la ruptura de la capa interna del vaso, de esta manera la sangre se extravasa en la pared arterial, lo cual forma un hematoma intramural.

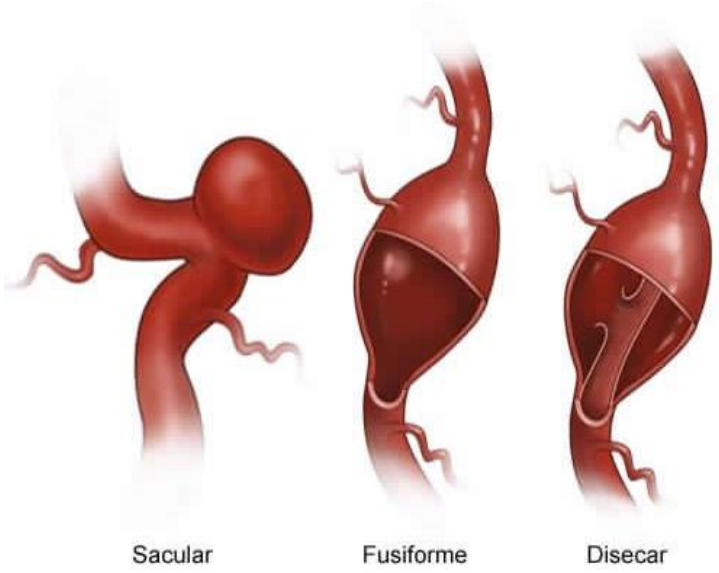


FIGURA 2.7 *Clasificación de aneurismas según su forma* (42).

2. Por tamaño:

- Microaneurismas: < 3 mm.

- Pequeños: > 3 mm < 11 mm.
- Grandes: > 11 mm < 25 mm.
- Gigantes: > 25 mm.

3. Por ubicación: El 85% de los aneurismas se encuentran ubicados en el polígono de Willis (1,41), sus localizaciones más frecuentes son:

- AComA: 35%.
- ACI: 30%.
- ACM: 22%.
- Circulación posterior: 5%.

2.3.8. Tratamiento

En la actualidad existen dos alternativas para tratar los aneurismas intracraneales, el tratamiento quirúrgico y tratamiento endovascular, la elección de la modalidad a utilizar depende del tipo, ubicación y tamaño del aneurisma, riesgo de rotura en no rotos o riesgo de resangrado en los que presentan rotura, la condición y los antecedentes médicos del paciente (27).

2.3.8.1. Tratamiento quirúrgico

En este procedimiento se realiza una craniectomía en una zona que permite al neurocirujano localizar la arteria aneurismática, para la colocación de un clip en el cuello del aneurisma, el cual posee la función de excluirlo de la circulación, evitando el riesgo de un resangrado. Por último, se reinserta la parte del cráneo extraída y se sutura el cuero cabelludo (27,35).

2.3.8.2. Tratamiento endovascular

Modalidad mínimamente invasiva que consta en la introducción de un catéter con un alambre guía en un acceso arterial. El catéter con la guía tiene el fin de llegar a la arteria afectada e ingresar en el aneurisma, de esta forma a través de la cánula se despliegan accesorios que tienen el fin de embolizar el aneurisma y excluirlo de la circulación. En este procedimiento se utiliza fluoroscopia, la cual permite visualizar la trayectoria del catéter hacia la arteria aneurismática.

Existen dos formas de embolizar un aneurisma:

- Uso de coils: también llamado coiling, este procedimiento se realiza en aneurisma saculares. Este consta en rellenar el saco aneurismático con coils, los cuales son espiras metálicas generalmente de platino, que embolizan el aneurisma a través de la oclusión mecánica y la trombosis intraaneurismática (43).
- Uso de Flow diverters: tratamiento utilizado en aneurismas fusiformes, que consta en el despliegue de un stent en toda la extensión del aneurisma. Esta malla posee celdas muy pequeñas, ya que tienen la función de disminuir el flujo sanguíneo hacia las paredes ensanchadas de la arteria, de esta manera las paredes arteriales vuelven paulatinamente a la normalidad (43).

En cuanto a la efectividad de estos tratamientos en aneurismas no rotos, ambos son efectivos; el tratamiento quirúrgico tiene una alta tasa de oclusión completa (90-93%), mientras que el procedimiento endovascular posee una morbimortalidad disminuida, pero posee un mayor riesgo de recidiva y una tasa de resangrado pequeña (3,4%), pero significativamente mayor a la del clipado (1,3%) (44).

2.3.9. Complicaciones

La idea de un tratamiento precoz de esta patología es evitar las principales complicaciones que se pueden experimentar posteriores a una HSA, que producirán un deterioro neurológico en el paciente.

2.3.9.1. Resangrado

El MINSAL (3) define esta complicación como "*la rotura recurrente del aneurisma roto*". La mayor probabilidad de resangrado se da en el primer día con un 4%, posteriormente el riesgo disminuye paulatinamente hasta llegar al 0,5% por día durante los días 15 a 30 (Gráfico 2.1) (45).

Esto provoca deterioro cognitivo y una exacerbación de los síntomas previos del paciente. Se controlará con un TC de cerebro sin contraste.

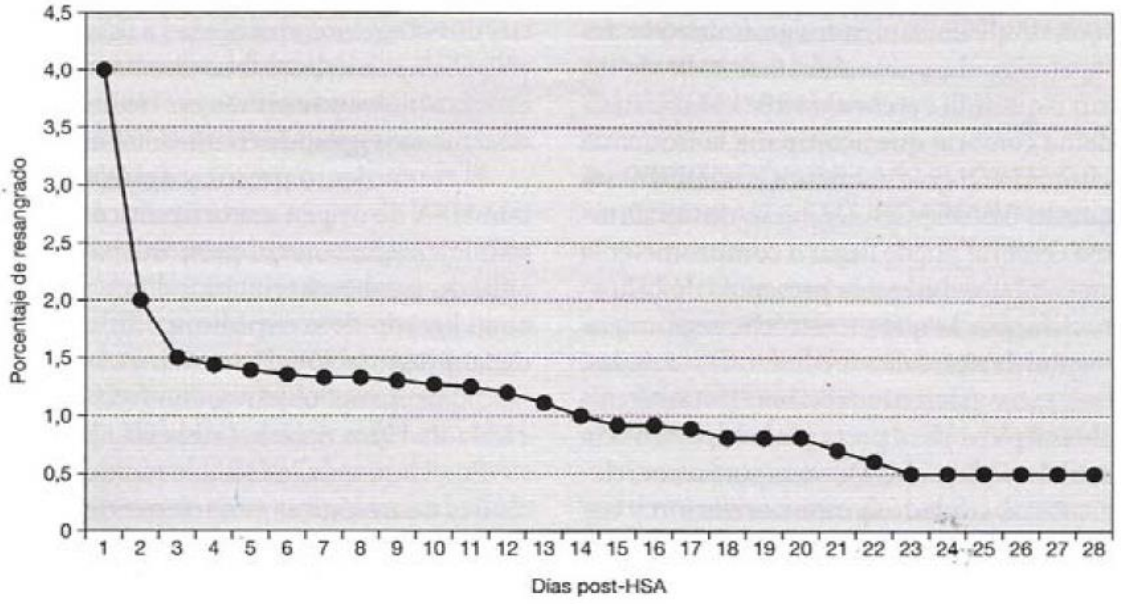


GRÁFICO 2.1 *Probabilidad de resangrado post HSA* (3).

2.3.9.2. Vasoespasmo

Esta complicación es la más frecuente posterior a una HSA, consiste en la disminución del calibre arterial, se puede presentar de dos tipos:

- Vasoespasmo angiográfico: se evidencia una disminución en el lumen arterial ante un examen imagenológico, se produce aproximadamente en el 66% de los pacientes (45).
- Vasoespasmo clínico: comienzan las manifestaciones clínicas producto de la isquemia, por la baja en la irrigación, este ronda en un 30% de los pacientes (45).

El vasoespasmo aparece entre los días 4 y 12 con un peak aproximado entre el día 10-11 (Gráfico 2.2) (3) y su intensidad será directamente proporcional a la cantidad de sangre inicialmente extravasada. El diagnóstico es clínico, se sospecha por aumento de la cefalea, compromiso conciencia, focalización neurológica y podremos diagnosticarlo mediante cualquier modalidad capaz de mostrar la arquitectura arterial (45).

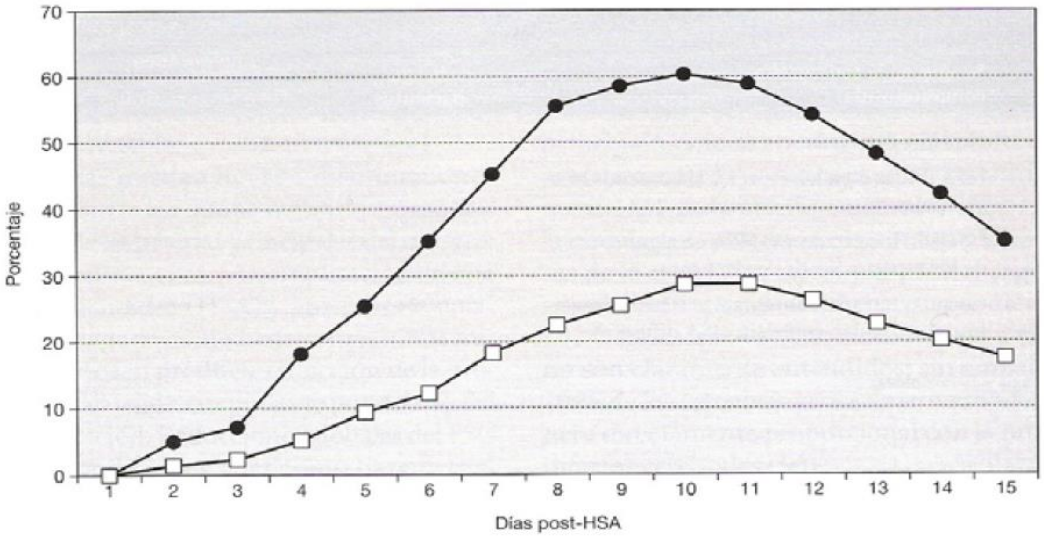


GRÁFICO 2.2 *Prevalencia del vasoespasmo angiográfico (círculos negros) y clínico (cuadrados blancos) durante los primeros 15 días post HSA* (3).

2.3.9.3. Hidrocefalia

Es una complicación precoz que se instaura durante las primeras horas, se produce por la acumulación de LCR en el sistema ventricular producto de alguna obstrucción generando un aumento en la presión intracraneana. Tiene una incidencia del 20% en pacientes, se pesquisa mediante la sospecha clínica de un cuadro de hipertensión endocraneana y se diagnostica a través de un TC (45).

2.3.9.4. Hemorragia subaracnoidea

Esta complicación al ser la de mayor importancia para nuestro estudio, será tratada en detalle en el siguiente apartado.

2.4. HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA

Como se ha mencionado a lo largo de este capítulo, la complicación más grave de los aneurismas cerebrales es la hemorragia subaracnoidea producida por la rotura de la pared arterial. La hemorragia subaracnoidea puede tener diferentes causas, y en función de esto, se dividirá en dos grandes grupos: traumáticas y no-traumáticas. En el caso del segundo grupo, sus causales principales son el sangrado proveniente de una MAV y la rotura de aneurisma cerebral (46).

Los factores de riesgo relacionados a una HSA a causa de una rotura espontánea aneurismática son los mismos mencionados para la formación del aneurisma en sí.

2.4.1. Epidemiología

Se ha estimado que la incidencia de hemorragia subaracnoidea secundaria a rotura de aneurisma cerebral es de 6.67 x 100.00 habitantes (0.71 - 12.38 x 100.000 habitantes). Aproximadamente 500.000 personas padecerán de una HSA por rotura de aneurisma cada año. Por otro lado, cerca del 10-15% de las personas que padezcan una hemorragia subaracnoidea por rotura de aneurisma morirá antes de llegar al hospital y el 25% lo hará después de 24 horas de iniciado el sangrado (6,7).

En los EE. UU. aproximadamente entre 8 a 10 millones de personas podrían tener un aneurisma, de los cuales cada año 30.000 pueden padecer de un sangramiento (8).

En el año 2004 en Chile la tasa de mortalidad de HSA aneurismática fue de 2.8 x 100.000 habitantes, provocando 451 muertes dicho año. El riesgo de muerte por esta enfermedad va aumentando con la edad, el más alto riesgo es desde los 55 años en adelante y representan el 55.9% de las defunciones. En el año 2015, la tasa de mortalidad fue de 2.7 x 100.000 habitantes, provocando 486 defunciones. En el año 2016, la letalidad intrahospitalaria por HSA registrada en hospitales chilenos fue de 20.6%, pudiendo creer que esta cifra podría ser más alta considerando que algunas personas mueren antes de llegar al recinto asistencial. Esto deja entrever que la situación no ha mejorado mucho a través de los años al ver las tasas (3,9).

2.4.2. Signos y síntomas

La HSA sí produce síntomas y son más característicos. Según MINSAL (3), una severa cefalea de aparición repentina, alteración de conciencia, náuseas o vómitos, signos meníngeos y neurológicos, pueden hacer sospechar de un sangrado por aneurisma roto. También, aunque más atípico, pueden presentarse convulsiones y confusión.

La rigidez de cuello, fotosensibilidad, dificultad al caminar, hemiparesia y signos oculares son otros síntomas a tener presente cuando hablamos de HSA (47,48).

La HSA al no tener un signo exclusivo, se hace difícil diagnosticarla y de manera preventiva se le realizan los exámenes a la persona para descartar o comprobar una hemorragia.

2.4.3. Algoritmo de la HSA

En Chile, el Ministerio de Salud ha creado una guía como referencia para la rápida atención, diagnóstico y tratamiento al paciente que sufre de este problema (Anexo 1). Debido a su alta mortalidad y morbilidad es primordial la eficiencia de los recursos en velo de la salud del paciente.

Cuando una persona acude con síntomas de una posible hemorragia subaracnoidea, lo primero en hacer es realizarle un TC de cerebro sin contraste, este es un examen sencillo y rápido, además arroja información sobre la existencia de hemorragia en el cerebro representada con hiperdensidad en el parénquima cerebral, aunque pueden existir falsos-positivos. El TC también puede ayudar a discriminar si hay traumas. La desventaja es que en etapas muy agudas, el sangrado no necesariamente puede verse reflejado en la imagen, adicionalmente, ante la inexistencia de hiperdensidad no debe descartarse la HSA (47,48).

Otro examen de igual importancia diagnóstica pero menos práctico es la resonancia magnética. Es capaz de discriminar fases agudas de HSA, pero toma mucho tiempo y requiere que el paciente esté quieto durante el estudio (47,48).

La punción lumbar es otro examen complementario e indispensable porque nos ayudará a definir un posible diagnóstico de hemorragia subaracnoidea por la existencia o ausencia de sangre en el LCR. La relevancia de este examen surge de pacientes que consultan por una fuerte cefalea, pero tienen un TC normal y que al realizarse la punción lumbar se hallan metabolitos de hemoglobina en el líquido cefalorraquídeo (47,48).

Dos de los métodos cualitativos más conocidos para evaluar la HSA son la escala de Fisher (Tabla 2.2) y la escala de Fisher modificada (Tabla 2.3).

TABLA 2.2 *Escala de Fisher* (49).

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

TABLA 2.3 *Escala de Fisher modificada* (50).

Grado	HSA	Hemorragia Intraventricular
0	Ausente	Ausente
1	Fina	Ausente
2	Fina o ausente	Presente
3	Gruesa	Ausente
4	Gruesa	Presente

En cuanto al tratamiento, la opción de intervención endovascular está tomando cada vez más relevancia en la resolución de una HSA, debido a que es menos invasivo y causa menor daño neuropsicológico que el tratamiento quirúrgico (12,51). Pese a que se prefiere el tratamiento endovascular por sobre el quirúrgico cuando ambas se pueden llevar a cabo, aún no se establece un curso de acción y deberá evaluarse cada caso individualmente (12).

2.5. RADIACIÓN IONIZANTE

La fluoroscopía es una modalidad imagenológica que se sustenta en el uso de rayos X, es por este motivo que se deben conocer los conceptos básicos para entender el funcionamiento de esta técnica, los cuales serán explicados a continuación.

2.5.1. Formación de rayos X

En términos generales cuando hablamos de la formación de rayos X debemos tener presente la participación de electrones y un blanco.

Los electrones son acelerados obteniendo una gran energía cinética. Una vez que llegan e interactúan con el blanco, son desacelerados y transfieren su energía.

La energía cinética se transforma en energía térmica en forma de calor, radiación infrarroja y rayos X.

Sin embargo, hay dos formas en que se producen rayos X, estas son:

A. Radiación característica: consiste en la generación de rayos X cuando los electrones proyectiles interaccionan con electrones de la capa interna de los átomos blancos. De esta forma, los átomos se ionizan perdiendo un electrón, quedando en un estado antinatural y corrigiendo esto con la caída de un electrón de un orbital más externo al interno. La ionización y el posterior reemplazo del electrón en el orbital interno atómico, trae consigo la emisión de rayos X (Figura 2.8). La energía de estos será igual a la diferencia de energías de enlace de los electrones que participaron en esta interacción (52).

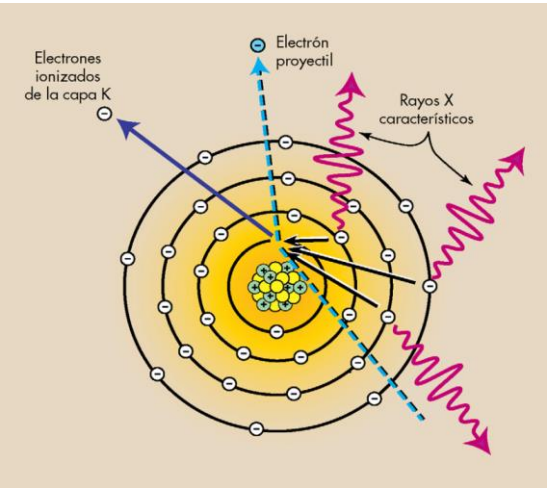


FIGURA 2.8 *Rayos X característicos* (52).

B. Radiación de frenado (*Bremsstrahlung*): no en todos los casos ocurre que el electrón proyectil interactúa con electrones orbitales del blanco, recordemos que el tamaño de estos es muy pequeño, por ende, la probabilidad de que esto ocurra es baja. Esto no quiere decir que, si no interactúan los electrones, no haya emisión de rayos X. En estos casos, el electrón proyectil se ve influenciado en energía cinética y dirección por el campo nuclear del átomo blanco, perdiendo velocidad y transformándose así en energía electromagnética (Figura 2.9). Esto ocurre debido a la naturaleza de cargas de los elementos, siendo los electrones partículas cargadas negativamente y los núcleos atómicos cargados positivamente. Cabe destacar que la energía de los rayos X producida por el frenado de los electrones puede tener cualquier valor teniendo como límite máximo el nivel de kVp aplicado por el operador, esto significa que los electrones proyectiles pueden ver disminuida su energía cinética completamente o por un valor igual a 0 (52).

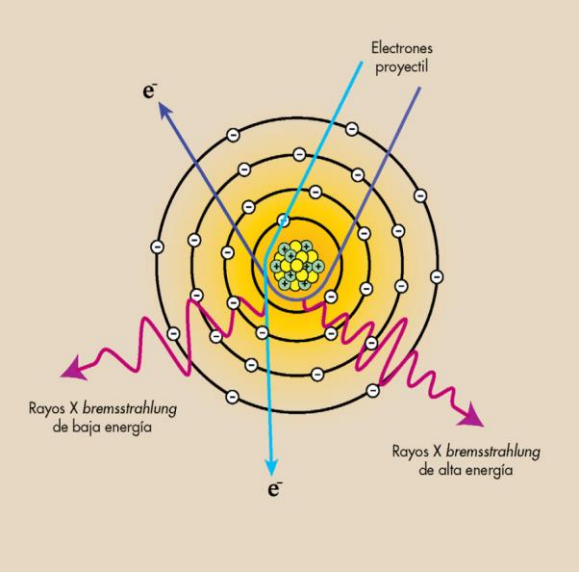


FIGURA 2.9 *Radiación de frenado o Bremsstrahlung* (52).

2.5.2. Interacción de los Rayos X con la materia

Una vez que los rayos X son generados, en su trayectoria pueden interactuar con la materia de 5 diferentes maneras:

1) Dispersión coherente
2) Dispersión Compton
3) Efecto fotoeléctrico
4) Producción de pares
5) Fotodesintegración

De estas 5 formas que interactúa la radiación con la materia, solo 2 son las importantes para la formación de la imagen radiológica, debido a que se producen en los rangos energéticos usados en la radiología diagnóstica. Estas son:

A. Dispersión Compton: Este tipo de interacción se produce cuando el rayo X incidente interactúa con un electrón de la capa externa atómica produciendo la expulsión de este (el electrón expulsado se le conoce como electrón Compton), generando la ionización del átomo. El rayo X incidente continuará su camino, pero en una dirección diferente y con menor energía (Figura 2.10). Finalmente, este rayo X dispersado es absorbido fotoeléctricamente. El electrón Compton pierde su energía cinética por el proceso de ionización y excitación, y ocupará un hueco en alguna capa electrónica creada por otro episodio de ionización (52).

Los rayos X dispersados por efecto Compton no proporcionan información útil para la imagen, sino que afectan esta, produciendo una disminución en el contraste. Otro punto importante es que durante fluoroscopía, desde el paciente se puede dispersar mucha radiación X lo que es la fuente de la mayoría de la exposición ocupacional que recibe el personal en la sala (52).

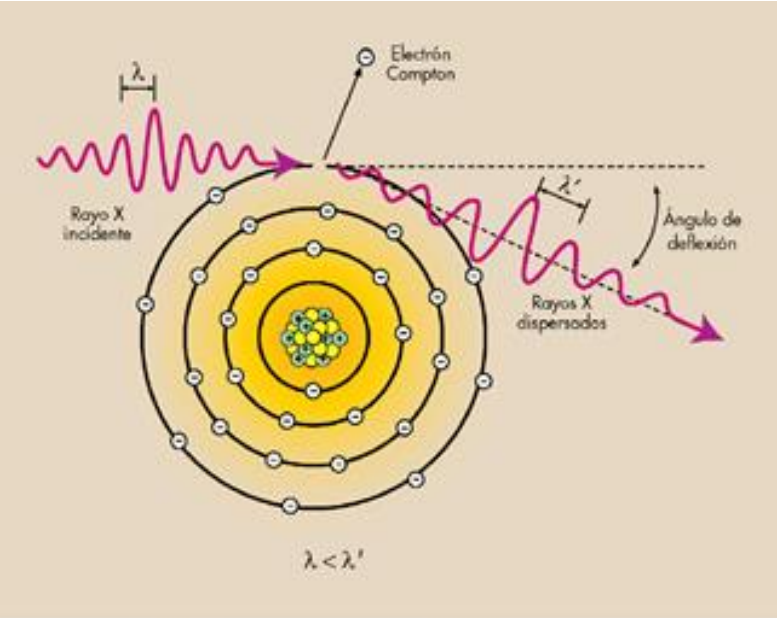


FIGURA 2.10 *Efecto Compton* (52).

B. Efecto fotoeléctrico: El segundo efecto y el más importante para la formación de la imagen es el efecto fotoeléctrico. En este caso el rayo X interactúa con electrones de las capas internas, absorbiendo completamente y expulsando al electrón de su lugar, este se conoce como fotoelectrón (Figura 2.11). El hueco producido por esta interacción es ocupado por un electrón de las capas más externas, por ende, este proceso se acompaña de la emisión de radiación X característica, la cual fue explicada anteriormente. Esta radiación característica se denomina radiación secundaria y se comporta de manera similar a la radiación dispersa, no aportando información para la imagen, pero al ser baja su energía estas no penetran en el receptor de imagen (52).

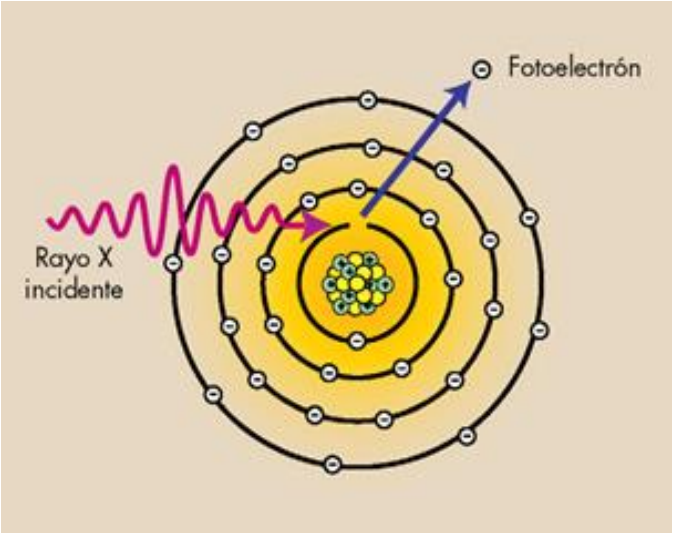


FIGURA 2.11 *Efecto fotoeléctrico* (52).

2.5.3. Absorción diferencial

En la formación de la imagen tendremos la información de los rayos X que experimentaron interacción Compton y fotoeléctrica, pero además de esto y no menos importante, se debe agregar el rayo X transmitido a través del cuerpo sin interacción alguna, la diferencia en la interacción de los rayos con el cuerpo se conoce como absorción diferencial (Figura 2.12).

En resumen, el rayo X dispersado por efecto Compton no contribuye información de utilidad, debido a que este no procede de forma directa desde del blanco del tubo de rayos X, lo que se mostrará como pérdida del contraste de la imagen o ruido en esta. El rayo X que experimenta interacción fotoeléctrica si proporciona información útil para la imagen, ya que estos rayos no llegan al receptor de imagen y son representativos de estructuras densas que absorben la radiación, estas áreas se conocen como radiopacas. La absorción fotoeléctrica produce las áreas claras de la imagen, que corresponden principalmente a hueso o estructuras de alta densidad. Finalmente tendremos rayos X que penetran el cuerpo y son transmitidos sin ninguna interacción, estos producirán las áreas negras de la imagen. Estas estructuras se conocen como radiolúcidas (52).

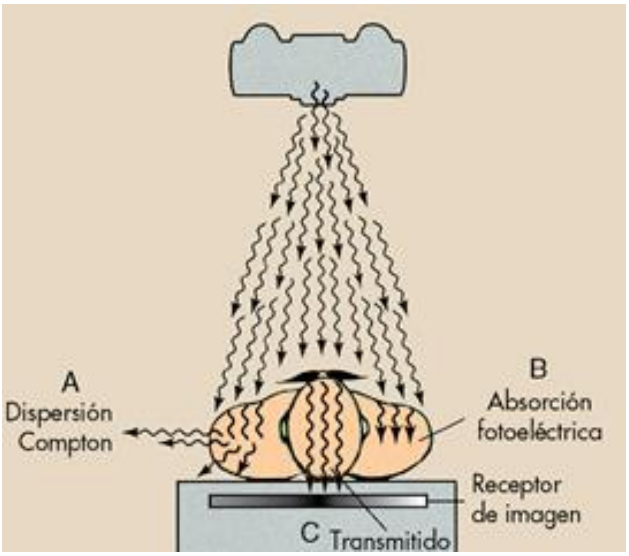


FIGURA 2.12 *Rayos X componentes de una imagen radiográfica, los dispersados por la interacción Compton (A), los absorbidos por el efecto fotoeléctrico (B) y los que no sufrieron interacción (C)* (52).

2.6. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La exposición a radiación ionizante genera un riesgo de efecto biológico deletéreo a los individuos expuestos, por lo que el empleo de la radiación en las personas debe ser justificado, ya que se busca otorgar un beneficio mayor al riesgo tomado. El detrimento generado por las radiaciones ionizantes se debe a que estas generan efectos determinísticos y estocásticos en los tejidos irradiados, los primeros se presentan cuando la dosis entregada supera un umbral y estos son el resultado de un significativo número de muertes celulares que provocan alteración en el tejido afectado, mientras que el segundo se presenta para cualquier dosis (53).

En la medicina, la radiación es utilizada en procedimientos diagnósticos y terapéuticos, por lo que en búsqueda del beneficio del paciente las exposiciones empleadas

para estas operaciones deben ser debidamente justificadas y mantenerse lo más bajo como sea razonablemente posible (ALARA, *as lowas reasonablyachievable*) (52).

La protección radiológica tiene como objetivo reducir la exposición a la radiación y evitar efectos determinísticos tanto en los pacientes como en el personal ocupacionalmente expuesto (POE) (52,53). Para poder cumplir este fin existen tres principios fundamentales de la protección radiológica, que cuando se aplican se logra reducir la exposición a la radiación.

A. Minimizar el tiempo de exposición: el tiempo de exposición es directamente proporcional a la dosis que recibe el paciente y el POE, por lo tanto, si el tiempo de exposición disminuye la dosis recibida también se reduce (52).
B. Maximizar la distancia: la ley de la inversa del cuadrado dice que la exposición a la radiación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre la fuente de radiación y el objeto expuesto, por ende, al aumentar la distancia entre la fuente de radiación y las personas, disminuye rápidamente la dosis de radiación (52).
C. Blindaje: el empleo de barreras protectoras entre la fuente de radiación y las personas disminuye la dosis de radiación recibida. El grado de atenuación que proporcionan estas barreras será directamente proporcional al número atómico (Z) del material usado para la protección (52).

2.6.1. Protección radiológica en el pabellón de angiografía

La protección radiológica es de gran importancia en el pabellón de angiografía, debido a que en este se trabaja con técnicas elevadas (kV 60-125, mA 15-800), la exposición es directa y de largos tiempos tanto para el paciente como para el personal que se encuentra dentro del pabellón. Es por estas razones que la reducción de la dosis de radiación en la sala de examen angiográfico se realiza aplicando los principios de protección radiológica de la siguiente manera:

A. Minimizar el tiempo de exposición: los procedimientos realizados dentro del pabellón requieren que los equipos angiográficos tomen imágenes en tiempo real y

adquisiciones de secuencias fílmicas en alta resolución, estas técnicas funcionan con emisión de rayos X pulsada, con el fin de evitar exposiciones de tiempo continuo. Es por este motivo que, en las exploraciones realizadas, las adquisiciones deben ser pausadas y tener la menor duración posible, además la emisión de rayos X debe ser con la menor cantidad de pulsos/segundo, de tal forma que no afecte a la calidad de imagen.

B. Maximizar la distancia: en el pabellón de angiografía la radiación emitida del equipo se distribuye de la siguiente manera (Figura 2.13).

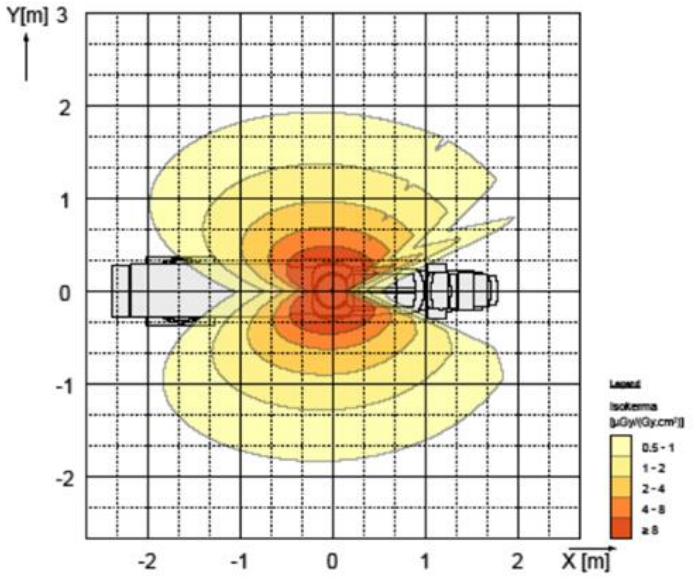


FIGURA 2.13 *Mapa isokerma normalizado a 1 m del suelo del FD20, en proyección frontal* (54).

Como se ve en la imagen, la menor cantidad de radiación se encuentra a los pies de la mesa del equipo, lugar donde debe trabajar el tecnólogo médico a cargo. Además, los otros integrantes del equipo médico deben trabajar y transitar lo más lejos posible del tubo de rayos X del equipo a excepción del personal que esté a cargo del procedimiento, lo cuales están más cerca a la fuente de radiación, pero con el debido blindaje para atenuar la radiación recibida.

C. Blindaje: el personal que se encuentra dentro del pabellón de angiografía debe estar correctamente vestido para el procedimiento, estos deben contar con pecheras, faldones, lentes y gorros plomados (Figura 2.14). Además, se deben ocupar todos los elementos de protección radiológica que brinda el angiógrafo como faldones y cristales plomados, los que disminuyen considerablemente la cantidad de dosis que recibe el personal.

FIGURA 2.14 *Elementos de protección radiológica* (55).

2.7. RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

2.7.1. Pabellón de angiografía

El área de radiología intervencionista o pabellón de angiografía (Figura 2.15) es una sección la cual necesita de subsectores específicos para poder distribuir los insumos básicos para realizar las tareas relacionadas a esta labor.

La sala más importante es la de procedimientos, debido a que es el lugar donde se encuentra el equipo de angiografía. Según Bushong (52)"*la sala de procedimientos no debería medir menos de 6 m a lo largo de cualquier pared y tampoco menos de 46* m^2 *de superficie*", de esta manera se podrá contener la maquinaria más el recurso humano, el cual debe transitar por dentro de la sala. Es importante que al menos esta tenga dos puertas de acceso, una para la entrada del paciente y otra para el tránsito del personal a cargo, la cual debe comunicar con la sala de comando del equipo, además de esto "*la habitación de procedimientos debe tener un acabado que considere el mantenimiento de un ambiente limpio y estéril. El suelo, las paredes y todas las superficies del mobiliario para los procedimientos deben ser uniformes y de fácil limpieza*" (52).

La segunda sala más importante es la de control, en esta encontraremos los ordenadores necesarios para la manipulación del equipo, equipos para la visualización y almacenamiento de los exámenes radiológicos. Se sugiere como mínimo 9 m^2 de amplitud y debe presentar comunicación con la sala de procedimientos y la sala técnica además de vidrios plomados para la visibilidad hacia el interior del pabellón (52).

Contigua a la sala procedimientos o de control, debe existir la sala técnica la cual es un espacio que permite alojar el suministro eléctrico que necesita el equipo y el generador de alto voltaje para el tubo de rayos X, esta sala debe tener los requerimientos específicos que necesite el angiógrafo y poseer la refrigeración pertinente según los requerimientos técnicos de la maquinaria (52).

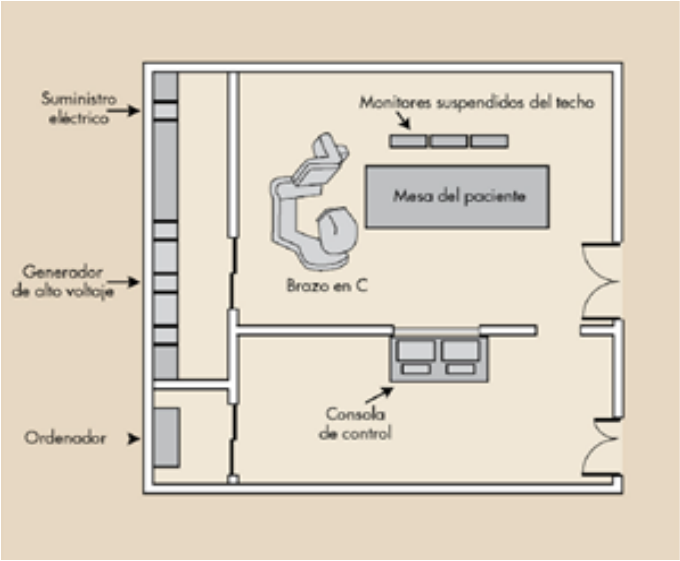


FIGURA 2.15 *Diseño estándar de un pabellón de angiografía* (52).

2.7.2. Equipo de angiografía

En la sala de procedimientos es donde se encuentra el equipo de angiografía (Figura 2.16).

FIGURA 2.16 *Equipo de angiografía PHILIPS AlluraXper FD20* (56).

Dentro de sus principales partes encontraremos:

- Brazo en C: estructura en la cual se encuentra montado por un lado el tubo de rayos X y por otra el receptor de imagen, la importancia de este brazo radica en que le dará los diferentes movimientos al tubo y receptor de imagen para realizar las diferentes vistas anatómicas que necesite el estudio. Este brazo puede estar anclado en el techo de la sala, en el suelo o también ser un equipo rodante. Por otro lado, existen equipos que presentan dos brazos lo que le entregan la posibilidad de obtener imágenes del paciente en dos planos distintos, los cuales se conocen como equipos biplano.
- Tubo de rayos X: este dispositivo se encarga de convertir la energía eléctrica proporcionada por el generador de alta tensión en radiación X, que interactúa con el paciente para la formación de la imagen radiológica.
- Receptor de imagen: dispositivo el cual recibe la radiación posterior a la interacción con el paciente, interpreta y permite la representación de una imagen anatómica, la cual es transmitida a los monitores en tiempo real.
- Mesa de procedimiento: en esta se encontrará inserto el tablero de procedimiento, debe ser capaz de soportar gran cantidad de peso. Debe poder moverse tanto como para poder girar, subir y bajar al paciente que se encuentre sobre esta.
- Tablero de procedimiento: en esta reposa el paciente por lo tanto debe ser resistente y a la vez liviana. Debido a que esta está en contacto con la radiación debe tener mínima absorción de rayos X.
- Monitores: múltiples pantallas las cuales deben ser capaces de entregar toda la información necesaria para el personal a cargo del procedimiento, tales como signos vitales, información del examen, imagen en vivo y previas grabaciones realizadas. Deben estar ancladas al techo para mayor independencia de movimiento y entregar buena resolución para la visualización anatómica.

2.7.3. Formación de imagen en fluoroscopía digital

Antes de explicar el proceso de formación de imagen, cabe destacar que los equipos angiográficos no solo obtienen imágenes seriadas a través de la emisión continua de radiación, sino que también lo hace a través de pulsos de radiación (52), es decir que, si un equipo está configurado con una frecuencia de pulso de 10 pulsos/segundos o 10 imágenes/segundo, el angiógrafo emite 10 disparos de rayos X en un segundo, los cuales poseen un ancho de pulso o duración determinada, que generalmente es de 8 milisegundos.

En el angiógrafo PHILIPS Allura FD20 la formación de la imagen radiográfica se debe gracias a su receptor de imagen de pantalla plana o flat panel, la cual es una matriz de detectores compuestas por láminas CsI y pixeles de a-Si (57). Estos detectores poseen un proceso indirecto de conversión digital, ya que primero el CsI capta los rayos X y genera luz de centelleo, y posteriormente el fotodiodo de a-Si transforma estos fotones de luz en una carga eléctrica (52,58,59).

Cada píxel, además del a-Si posee un condensador que almacena la carga eléctrica hasta el término del disparo, y un transistor encargado de medir la carga y darle un valor proporcional a la radiación detectada para generar una señal eléctrica, la cual es convertida en datos digitales mediante electrónicas de lecturas (58,59).

2.7.3.1. Angiografía con Sustracción Digital

La sustracción digital es una técnica angiográfica que tiene como propósito dar visualización sólo a los vasos sanguíneos que se encuentran contrastados por el suministro de medio de contraste endovascular. Estas imágenes se adquieren mediante la utilización de una máscara, la que se obtiene en la primera toma radiográfica o frame en donde se observan todas las estructuras óseas de la región anatómica a explorar, posterior a esta toma se adquieren imágenes sucesivas con medio de contraste intravascular a las que a cada una se le sustrae la máscara inicial en donde todas las estructuras que permanecen fijas son extraídas, dando como resultado la visualización de los vasos sanguíneos sin estructuras óseas, tal como lo ejemplifica la Figura 2.17 (52). Además, esta técnica posee una adquisición multifásica que permite programar el examen angiográfico con fases que poseen diferente configuración

dependiendo de lo que requiera la patología estudiar, por lo que la adquisición tiene periodos con diferentes frecuencia de pulso y duración, por ejemplo un examen puede tener una adquisición multifásica de tres etapas, en donde la primera está programada a 2 pulsos/segundos con una duración de 2 segundos, la segunda con 1 pulso/segundo por 4 segundos y la tercera con 0,5 pulsos/segundos por 8 segundos.

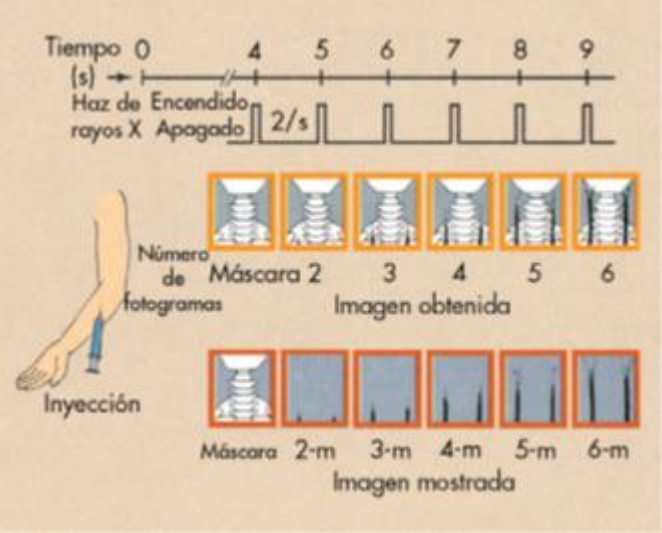


FIGURA 2.17 *Esquema de la formación de imagen en la angiografía con sustracción digital* (52).

2.7.3.2. Angiografía rotacional 3D

La adquisición de una AR-3D es, en esencia, similar a la adquisición en TC. Se requiere de un tubo de rayos X que emite un haz de radiación con dirección a un receptor de imagen interponiendo al paciente entre ambos para así, dependiendo de la atenuación del haz, poder calcular la densidad de los distintos tejidos. Receptor de imagen y tubo de rayos X deben moverse de manera coordinada, de esta forma obtendrán proyecciones del sujeto en cuestión, desde diferentes perspectivas pudiendo, gracias al software asociado, crear una imagen en tres dimensiones.

La AR-3D es una herramienta que nos entregará una imagen 3D, para esto el equipo debe girar en 360º alrededor del paciente, sin embargo, gracias a algoritmos matemáticos, en algunos casos puede hacerlo con 180º o 240º. Posteriormente se realiza una reconstrucción de imagen con los datos obtenidos en las distintas proyecciones, esto gracias a la aplicación de filtros o funciones matemáticas que ayudan a saber con exactitud la densidad del objeto estudiado (60). Esta herramienta nos entrega información anatómica más precisa en comparación a la ASD-2D principalmente por su falta de percepción de profundidad, además que la imagen 3D podemos manipularla tener diferentes perspectivas.

También se ha comprobado la eficacia de la AR-3D versus ATC para el diagnóstico de aneurismas pequeños o para identificar la causa de HSA (19,53,61,62), transformándose así en una herramienta casi imprescindible.

Por otra parte, al realizar un XperCT vamos a poder evaluar los tejidos blandos adyacentes sin la necesidad de trasladar al paciente y realizarle un TC.

Debido a la gran cantidad de datos recopilados por el detector de imagen, el *software* nos permite presentar la imagen de diferentes maneras. Nos enfocaremos en VR y MIP.

- Máxima Intensidad de Píxel (MIP): reconstrucción de imagen que utiliza la máxima intensidad de píxel del volumen de datos (Figura 2.18) (62). Es de mucha utilidad para conocer la anatomía vascular con la ayuda del uso de medio de contraste, ya que de esta forma los vasos sanguíneos toman un mayor realce. La desventaja es que la imagen carece de la profundidad de los vasos (62).

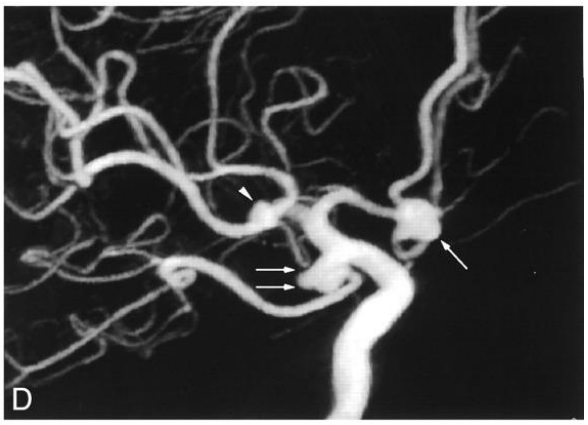


FIGURA 2.18 *Imagen de una reconstrucción MIP en donde se visualizan aneurismas en la circulación anterior derecha en la ACA (flecha), AComP (doble flecha) y ACM (punta de flecha)* (63).

- VolumeRendering (VR): pretende generar una imagen en 3 dimensiones, gracias a la manipulación de brillo, texturas y otros parámetros que resultan en una imagen con volumen (Figura 2.19). Dependiendo de la densidad y ubicación del tejido, son los valores que se le aplicarán a éste en la imagen final (62).

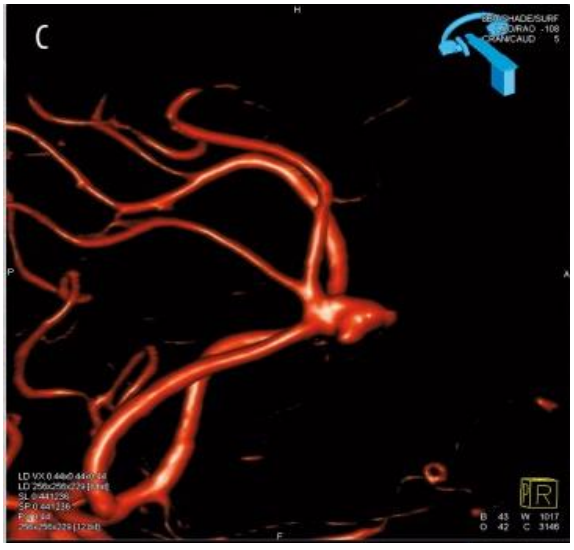


FIGURA 2.19 *Imagen de un VR en la cual se demuestra una apropiada delineación del cuello aneurismático y de las arterias adyacentes* (61).

2.7.4. Calidad de imagen

Calidad de imagen es un concepto universalmente utilizado cuando se quiere calificar que una imagen según su capacidad de reproducir lo observado, esto se puede aplicar a cualquier tipo de representación visual, lo que la hace un término bastante subjetivo, debido a que no se puede medir con precisión. Ahora bien llevándolo al área de la radiología podemos definir la calidad de imagen como la "*exactitud o fidelidad con la cual se representa la estructura anatómica examinada*" (52).

Dentro del término calidad de imagen existen variados factores que pueden influenciar a esta, a continuación, definiremos los más importantes y que están relacionados con el tema del estudio.

- Resolución espacial: antes de definir el concepto de resolución espacial debemos conocer que la resolución es "la capacidad de visualizar dos objetos separados y distinguirlos visualmente uno del otro" (52). La resolución espacial será la capacidad de poder ver objetos pequeños que posean un alto contraste (Figura 2.20), ejemplos de esto puede ser un quiste calcificado dentro de algún órgano. Es importante saber que la resolución espacial es una función del tamaño del píxel por lo tanto mientras menor sea la medida de este mejor será la resolución espacial.

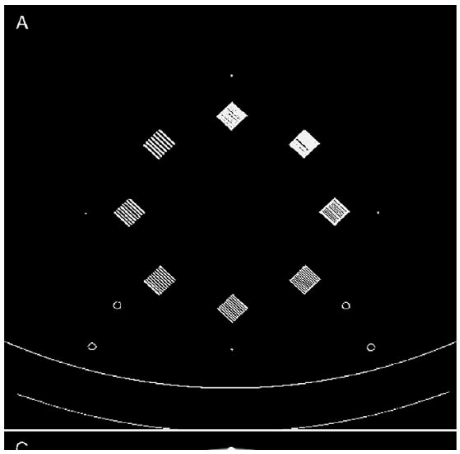


FIGURA 2.20 *Fantoma para evaluar la resolución espacial en TC* (52).

- Resolución de contraste: es la capacidad de poder diferenciar estructuras que presenten un bajo contraste en la composición del tejido, dentro de la variada escala de grises que se presenten en la imagen (Figura 2.21). El principal factor que afecta la resolución de contraste es el ruido.

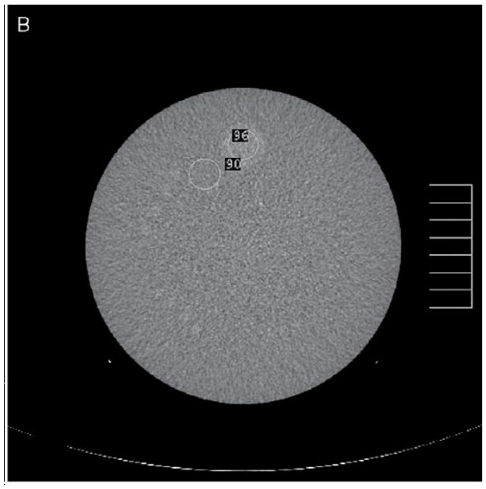


FIGURA 2.21 *Fantoma para evaluar la resolución de contraste en TC* (52).

- Resolución temporal: es la capacidad de obtener imágenes estáticas de objetos en movimiento. Esto puede ser principalmente afectado por movimiento del paciente lo que se aprecia en borrosidad de la imagen radiológica (borrosidad cinética). Por lo tanto, la resolución temporal será inversamente proporcional a la cantidad de borrosidad cinética que presente la imagen.
- Ruido: "*el ruido aparece en la imagen como un grano. Las imágenes con poco ruido aparecen muy nítidas a la vista y las imágenes con mucho ruido tienen un aspecto sucio o manchado*" (Figura 2.22) (52). La razón de este grano es debido a fluctuaciones estadísticas que se deben principalmente a la cantidad de fotones X que el detector de imagen puede recibir, en este caso una ausencia de estos desencadena la aparición de ruido.

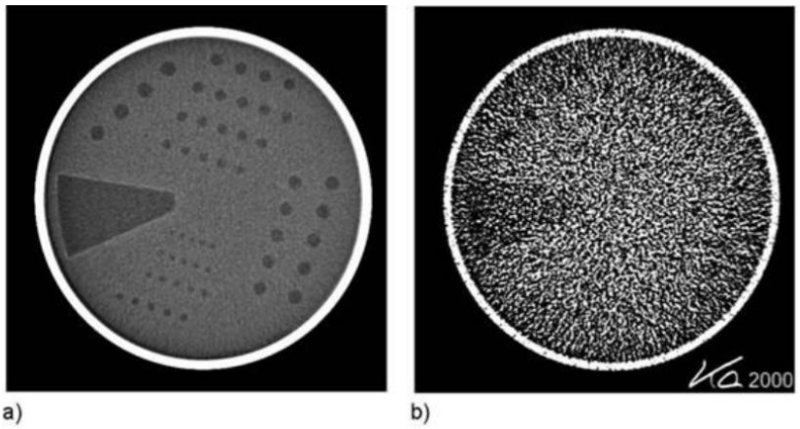


FIGURA 2.22 *Efecto del ruido sobre la visualización fantoma para evaluar resolución espacial. Imagen adquirida con alta dosis (A) e Imagen adquirida con baja dosis* (B) (64).

- Artefactos: Es una parte de la imagen la cual no tiene correspondencia con el objeto físico estudiado (64). Puede ser adición de estructuras que no están presentes en la anatomía del paciente como alteraciones, la cuales pueden arruinar la calidad diagnóstica de la imagen.

CAPÍTULO 3: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se especificará el problema que origina este estudio.

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe reproducibilidad entre las mediciones de ancho y alto en aneurismas cerebrales realizadas en las técnicas MIP y VR adquiridas en la angiografía rotacional 3D, versus la ASD-2D para el equipo PHILIPS AlluraXper FD20?

3.2. HIPÓTESIS

Las mediciones de aneurismas cerebrales realizadas en las reconstrucciones MIP y VR adquiridas de la AR-3D, presentarían concordancia con respecto a las obtenidas en la ASD-2D, debido a la experiencia empírica del grupo de TM que trabajan con el equipo PHILIPS AlluraXper FD20 en el servicio de angiografía del HCVB.

3.3. RELEVANCIA

El aneurisma cerebral es una patología que no presenta síntomas directos, por ende, los pacientes viven muchos años sin tener conocimiento de su presencia, al no tratarlo oportunamente el riesgo de complicaciones es mayor, su principal problema es el peligro que tiene de romperse y generar una hemorragia subaracnoidea y posterior a esto un vasoespasmo.

Generalmente la pesquisa de estos es mediante la realización de un ATC de cerebro y posterior a este examen al paciente se le realizan una angiografía cerebral 2D con sustracción digital para poder ubicar y caracterizar el aneurisma. Debido a que la imagen obtenida es bidimensional y existe superposición de estructuras, como protocolo, tras ubicar la arteria en la cual se encuentra el aneurisma se realiza una angiografía rotacional 3D, ésta nos permite evidenciar la patología de una mejor manera debido a que es un modelo arterial. Posterior a la adquisición, se realizan desproyecciones anatómicas del aneurisma usando el modelo de las reconstrucciones entregadas por el software del equipo y se toman imágenes a través de la angiografía cerebral 2D con sustracción digital, donde se pueden ver mejor las dimensiones de la patología y de esa manera el neurorradiólogo idea la conducta terapéutica. Sin embargo, hay ocasiones en que la desproyección no se puede lograr debido a que el arco C del angiógrafo no llega a la posición, lo que impide la obtención de las mediciones anatómicas del aneurisma debido a la superposición de otros vasos sanguíneos. En consecuencia, se debe irradiar e inyectar más medio de contraste al paciente durante la búsqueda de la mejor imagen posible para el procedimiento terapéutico. Es por esto que se pretende evaluar si existe correspondencia en las mediciones efectuadas en las reconstrucciones VR y MIP otorgadas por la AR-3D, con las obtenidas en la ASD-2D, ya que de esta forma, si no se logra la desproyección total de aneurismas en la segunda técnica nombrada, se realizan las mediciones anatómicas en las reconstrucciones puestas a prueba, y así se evita la realización de más proyecciones, lo que conlleva una menor radiación y administración de medio de contraste para el paciente, además del ahorro de tiempo e insumos.

Por lo tanto, este estudio nos permitirá saber si las mediciones obtenidas en las técnicas en cuestión son reproducibles. Lo que finalmente se traducirá en un conocimiento con una sólida base científica para el equipo médico, tanto para los TM como el personal médico, que permitirá una mejor optimización en el uso del equipo.

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la reproducibilidad en las mediciones de ancho y alto de aneurismas cerebrales, obtenidas en las reconstrucciones VR y MIP de la angiografía rotacional 3D, versus las obtenidas en la angiografía con sustracción digital, realizadas en el equipo PHILIPS AlluraXper FD20 del servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017 - 2018.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características basales de los pacientes diagnosticados por aneurismas cerebrales en el servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017 – 2018.
- Describir las dimensiones de ancho y alto de los aneurismas cerebrales obtenidas con la técnica VR y técnica MIP, realizadas en el servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017 - 2018.
- Describir las dimensiones de ancho y alto de los aneurismas cerebrales obtenidas de la técnica ASD-2D, realizada en el servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017 - 2018.
- Determinar para las técnicas VR y MIP la reproducibilidad, respecto a la ASD-2D, de las mediciones de aneurismas obtenidas en el servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017-2018.

- Determinar para la técnica VR la reproducibilidad, respecto a MIP, de las mediciones de aneurismas obtenidas en el servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017-2018.

CAPÍTULO 5: MARCO METODOLÓGICO

5.1. TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado, es de validez diagnóstica y según la obtención de datos es de tipo analítico, retrospectivo y transversal.

Es de validez diagnóstica debido a que esta investigación determina la reproducibilidad de las técnicas a estudiar, con respecto a la ASD-2D.

Es del tipo analítico porque se visualizan y realizan mediciones en los exámenes con el fin de determinar la reproducibilidad de estas en las técnicas alternativas, con respecto a la ASD-2D.

Es del tipo retrospectivo, ya que la recopilación de datos se realizó posterior a la toma de los exámenes imagenológicos, y se obtuvieron de la base de datos del servicio de Angiografía del HCVB del periodo 2017 - 2018.

Es del tipo transversal debido a que las mediciones se realizaron en un momento dado y sobre una muestra definida, sin continuar con la recolección de datos a través del tiempo.

5.2. MUESTRA

5.2.1. Definición de la muestra

Para esta investigación, se consideró una porción de la población, la que por cálculo de tamaño muestral resulto ser un número significativo de exámenes. Estos corresponden a los realizados en el periodo 2017 - 2018 en el servicio de Angiografía,

perteneciente a la unidad de imagenología compleja del Hospital Carlos Van Buren, los cuales deben estar diagnosticados por aneurismas intracraneales y tener una AR-3D y su correspondiente ASD-2D, realizadas por el angiógrafo PHILIPS AlluraXper FD20.

5.2.2. Muestreo

El tipo de muestreo que se realizó es no probabilístico por conveniencia, ya que los participantes del estudio corresponden a una población con características en común, la cual es la presencia de un aneurisma cerebral, y que cuenten con un examen que esté realizado por el angiógrafo PHILIPS AlluraXperFD-20 en el periodo 2017 - 2018 y que sus imágenes se encuentren contenidas dentro de la base de datos del HCVB.

5.2.3. Tamaño muestral

La fórmula para el cálculo de tamaño muestral corresponde al de una proporción:

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}{}^2 \, p(1-p)}{d^2}$$

n = Tamaño de la muestra

$z_{\frac{\alpha}{2}}{}^2$= Valor de z para un determinado nivel de confianza = 1,96

p = Proporción de concordancia entre las mediciones obtenidas de las técnicas a estudiar = 0,9

d = Error máximo admisible = 0,05

$$n = \frac{1{,}96^2 x \; 0{,}9 \; x \; 0{,}1}{0.05^2} = 138{,}3 \cong 139$$

El tamaño de la muestra para realizar esta investigación y calcular la reproducibilidad, con un nivel de confianza de 95%, un error máximo admisible de 5% y una concordancia supuesta de 0,9, es de 139.

5.2.4. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión considerados para este estudio son:

- Examen imagenológico de pacientes que hayan sido atendidos en el HCVB, que estén diagnosticado de aneurisma cerebral y que posean la ASD-2D y la AR-3D en la base de datos del hospital.
- Exámenes realizados con el equipo PHILIPS AlluraXper FD20 durante el año 2017 y 2018.

Los criterios de exclusión considerados para este estudio son:

- Examen imagenológico de pacientes que no posean una adecuada visibilidad del aneurisma con ASD-2D en donde se puedan medir las variables a estudiar.
- Examen de ASD-2D de pacientes que no posean catéter visible en la proyección que se utilice para medir.

5.3. VARIABLES

- Ancho del aneurisma ASD-2D: Variable cuantitativa continua. Es una medida realizada en una imagen adquirida de un examen de ASD-2D, la cual determina la longitud máxima que existe entre las paredes laterales del aneurisma.

- Ancho del aneurisma VR: Variable cuantitativa continua. Es una medida realizada en una imagen adquirida de un examen de AR-3D en su reconstrucción VR, la cual determina la longitud máxima que existe entre las paredes laterales del aneurisma.
- Ancho del aneurisma MIP: Variable cuantitativa continua. Es una medida realizada en una imagen adquirida de un examen de AR-3D en su reconstrucción MIP, la cual determina la longitud máxima que existe entre las paredes laterales del aneurisma.
- Alto del aneurisma ASD-2D: Variable cuantitativa continua. Es una medida que realizada en una imagen adquirida de un examen de ASD-2D, la cual determina la longitud máxima que existe desde el cuello a la parte más superior del aneurisma.
- Alto del aneurisma VR: Variable cuantitativa continua. Es una medida que realizada en una imagen adquirida de un examen de AR-3D en su reconstrucción VR, la cual determina la longitud máxima que existe desde el cuello a la parte más superior del aneurisma.
- Alto del aneurisma MIP: Variable cuantitativa continua. Es una medida que realizada en una imagen adquirida de un examen de AR-3D en su reconstrucción MIP, la cual determina la longitud máxima que existe desde el cuello a la parte más superior del aneurisma.
- Tipo de aneurisma: Variable cualitativa que clasifica a las aneurismas según su morfología en saculares, fusiformes o disecantes.
- Ubicación de aneurisma: Variable cualitativa que clasifica a los aneurismas según su localización en la circulación arterial cerebral.
- Edad del paciente: Variable cuantitativa que se define como “tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento” (65).
- Sexo del paciente: Variable cualitativa que se define como “condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas” (66).

5.4. FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La información recolectada para el desarrollo de este estudio se obtuvo de la base de datos del servicio de Angiografía del HCVB, de pacientes que se hayan realizado una ASD-2D cerebral y AR-3D entre los años 2017 y 2018, los cuales fueron facilitados por el TM administrador del servicio de Angiografía del HCVB, que otorgó los exámenes debidamente anonimizados. Para la realización del marco teórico se utilizaron fuentes secundarias como apoyo y búsqueda para la bibliografía.

La recopilación y organización de la información obtenida de la base de datos mencionada anteriormente, se realizó en una planilla Excel®, que se rellenó con las variables pertinentes para el desarrollo del estudio. En esta planilla Excel®, cada examen tendrá asignado un número único con la finalidad de mantener el anonimato de la procedencia de los datos.

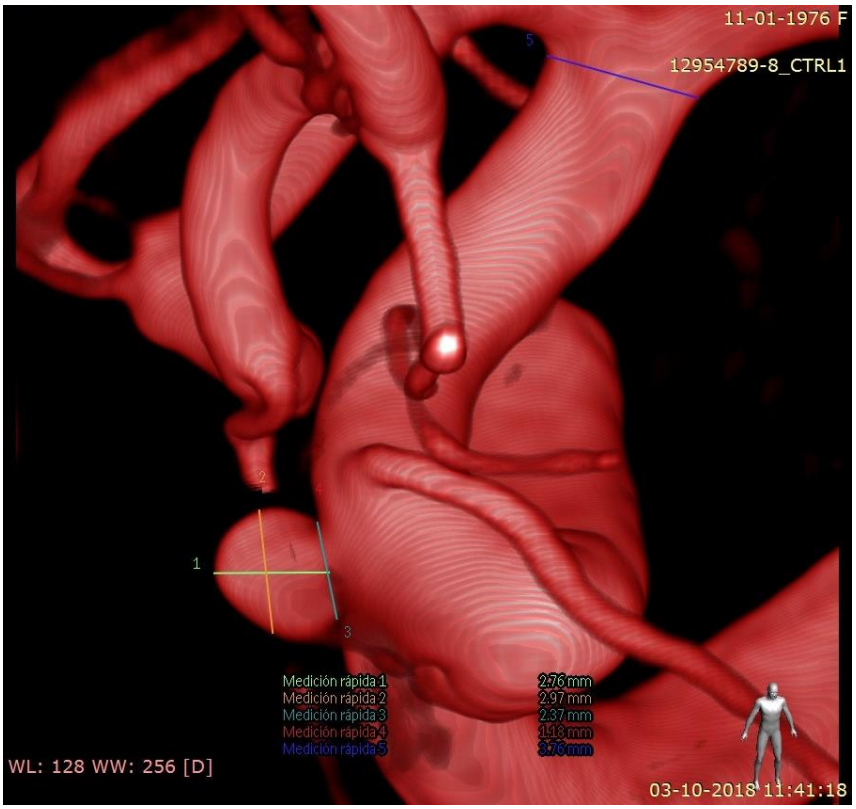
5.5. PROCEDIMIENTOS Y/O ACTIVIDADES

La investigación se llevó a cabo en el servicio de Angiografía de la unidad de Imagenología Compleja del HCVB de Valparaíso que cuenta con un equipo PHILIPS AlluraXper FD20 fabricado el año 2016 en Holanda. En primer lugar, se realizó la elección de la muestra a estudiar, la que debió cumplir con los criterios de inclusión y exclusión mencionados previamente. Esta muestra provino de la base de datos ubicada en el servicio de Angiografía del HCVB, la cual es administrada por el TM y profesor guía de nuestra investigación Maximiliano Godoy Tapia, quien se comprometió mediante carta firmada a la entrega de datos anonimizados, pudiendo así tener acceso a sus exámenes protegiendo la identidad de los pacientes.

Posteriormente, se analizaron los casos individualmente aplicando los respectivos criterios de inclusión y exclusión realizando un filtro a la población, quedando

solo la muestra útil para la investigación, de esta manera se calificaron a los pacientes según edad, sexo, tipo de aneurisma y ubicación en la circulación arterial cerebral (ACI prebifurcación, ACA, ACM, ACoA, ACoP, ACP, Tronco basilar). Luego se realizó, en cada una de las técnicas imagenológicas en estudio, las mediciones de ancho y alto de los aneurismas, cabe destacar que se realizó más de una medición en algunos pacientes, ya que podían poseer más de un aneurisma o más proyecciones para su visualización. El método para conseguir las mediciones será mediante las herramientas que ofrece el software del XtraVision de la compañía PHILIPS en el caso de las técnicas VR y MIP, mientras que en las imágenes de ASD-2D se utilizará el software RadiAnt DICOM Viewer© de la empresa Medixant. En las imágenes de la ASD-2D, para poder medir las dimensiones del aneurisma, se calibró el sistema métrico de acuerdo con el catéter que se visualizaba en la imagen, el cual tiene un lumen específico (5-6 French) según la base de datos del servicio. En el caso de las adquisiciones procedentes del VR, previo a la medición, se utilizó el ancho y nivel de ventana sugerido por el programa, el cual asegura que la medición será la más precisa, de esta manera obtuvo una imagen óptima para el correcto análisis de los aneurismas. En las imágenes producidas por el MIP, se realizó un ajuste de ventana como lo sugiere la compañía, de modo tal que disminuya el doble borde que presenta el modelo, el cual es producido por el ruido de la reconstrucción, obteniendo mediciones más precisas. El modo en que se realizaron las mediciones en las tres técnicas en cuestión es la que se observa en la Figura 5.1, donde primeramente se midió el cuello del aneurisma, luego el alto, el cual parte desde la mitad del cuello hasta el punto más alto del aneurisma, y por último se midió su ancho.

FIGURA 5.1 *Protocolo de medición de aneurismas.*



Una vez obtenidos los datos de las variables a estudiar, estos fueron tabulados en una planilla Excel® que contendrá una tabla, en donde se le asignó a cada paciente un folio numérico único. En esta tabla se registraron las variables epidemiológicas de la muestra a estudiar, además de las mediciones realizadas en cada una de las técnicas imagenológicas en cuestión.

Para finalizar, se trabajó con los datos obtenidos para poder realizar un análisis estadístico con el programa Statistical Package for the Social Sciences(SPSS), con el cual se generaron tablas y gráficos que expresan los resultados conseguidos, lo que nos permitió hacer las conclusiones pertinentes con el fundamento teórico necesario.

5.6. PLAN DE ANÁLISIS

En primer lugar, se hizo un análisis descriptivo de la población de pacientes que se atendió por aneurismas en el HCVB en el periodo de 2017 - 2018, según el sexo y la edad, y también de acuerdo con el tipo y ubicación del aneurisma.

Para las variables de ancho y alto del aneurisma, se utilizaron adecuadas medidas de tendencia central, dispersión y posición para el análisis descriptivo univariante de las variables estudiadas.

Posteriormente, se estimó el coeficiente de correlación intraclase entre las mediciones de alto y ancho de aneurismas realizadas con ASD-2D, VR y MIP.

Para finalizar, se realizó un análisis gráfico del grado de concordancia por medio del gráfico de Bland-Altman.

5.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Desde el año 1971 que se ha venido desarrollando la ética aplicada a medicina y ciencias biomédicas (67).

Ha habido una constante evolución en el propósito de otorgar una mejor atención a las personas en el ámbito médico, propiciando, por parte del profesional de salud: respeto, intimidad, consentimiento informado, fidelidad y compromiso, entre otras cosas.

Los 4 principios de la bioética propuestos son:

- Beneficencia: según Sánchez García et al. (67), en la atención por parte del profesional de la salud, surge una relación unilateral por parte de éste, cuyo objetivo es el beneficio del paciente, sin embargo, cuando enfocamos este principio bioético a

la atención primaria en salud, lo que se busca es el bien colectivo y no solamente individual. Se busca entregar una atención de calidad hacia la persona.

En nuestro proyecto de investigación no se tratará directamente con el paciente, no obstante, el principio bioético de beneficencia estará estrechamente relacionado con nuestros resultados, al intentar solventar una problemática que se presenta en la realización de los procedimientos a nivel local, pudiendo así entregar una atención y resultados terapéuticos de excelencia.

- No-Maleficencia: este principio, a diferencia del anterior, busca no generar un perjuicio en el paciente (67). Durante el desarrollo de nuestra investigación, no trabajaremos con el paciente de manera directa, por lo que su integridad física y psicológica se encuentran a salvo. Además, en este estudio respetaremos la intimidad del paciente, al no divulgar sus datos personales y resguardar su información confidencial, ya que los exámenes utilizados serán anonimizados.

  En este último punto se cumple con los artículos 12 y 13 de la ley 20.584 (68), que rige la reserva de la información contenida en la ficha clínica, la cual por su contenido se considera como dato sensible por el artículo 2 de la ley 19.628 que dictaminan los deberes y derechos sobre la protección de la vida privada (69).

- Autonomía: se refiere al principio en el cual se respeta la voluntad de la persona (67). El paciente es libre de decidir qué tratamiento o procedimiento elegir y no se le puede obligar a hacer algo. Este principio no se toca en el estudio, debido a que trabajaremos con una base de datos y no directamente con el paciente.

- Justicia: relaciona el concepto de salud como un derecho fundamental del ser humano, el cual debe ser garantizado por el Estado (67). Es decir, ninguna persona podrá ser juzgada o discriminada arbitrariamente (religión, creencias, situación socioeconómica, etc.) y se les deberá tratar a todos por igual, sin importar su condición. Este principio se lleva a cabo, debido a que en todos los pacientes seleccionados se analizaran las mismas variables y todos presentaran sus datos personales anonimizados, sin excepciones.

5.8. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se llevaron a cabo de buena forma todas las labores técnicas que se presentaron a lo largo de su realización, esto gracias a la utilización de ordenadores con acceso a programas informáticos e internet. Además, se tuvo acceso a la base de datos del servicio de Angiografía del HCVB y al software XtraVision de la compañía PHILIPS, el cual nos permitió hacer las mediciones de los parámetros necesarios a los exámenes seleccionados, además del software RadiAnt DICOM Viewer© de la empresa Medixant.

En el contexto financiero, los gastos pecuniarios relacionados a la ejecución del estudio sólo comprendieron costos mínimos, como transporte e impresión, éstos fueron financiados por los alumnos tesistas, debido a que el grupo de investigación no presenta apoyo monetario para la realización de este proyecto.

CAPÍTULO 6: RESULTADOS

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos de los cálculos estadísticos realizados a las variables en cuestión, en donde se detallan los objetivos propuestos para este estudio.

Esta investigación se realizó en un total de 42 pacientes, de los cuales 35 son del sexo femenino (83,3%) y 7 del masculino (16,7%). Estos participantes poseen un rango de edad entre los 19 y 82 años, con una media de 55,33 y una moda de 59 años.

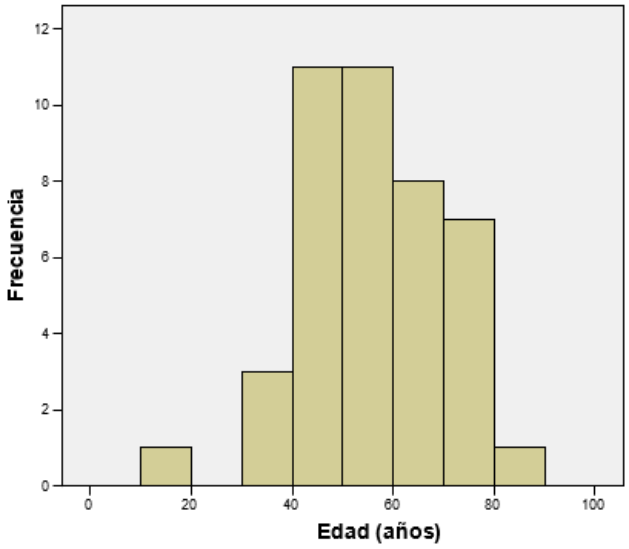
TABLA 6.1 *Análisis estadístico descriptivo según el sexo.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Femenino	35	83,3	83,3	83,3
	Masculino	7	16,7	16,7	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

TABLA 6.2 *Análisis estadístico descriptivo según la edad.*

Parámetros	Valor
N válidos	42
N perdidos	0
Media	55,33 años
Moda	59 años
Desviación estándar	13,843
Mínimo	19 años
Máximo	82 años

GRÁFICO 6.1 *Histograma de frecuencia de edad.*



El tamaño muestral calculado para este estudio es de 139 mediciones, sin embargo, debido a los criterios de exclusión se llegó a un total de 93 mediciones, estas se hicieron en 45 aneurismas, de los cuales el 100% de estos son de tipo sacular y sus ubicaciones se distribuyen de la siguiente forma: 40% en la ACI derecha, 40% en la ACI izquierda, 8,89% en la AComA, 4,44% en la AComP derecha, 2,22% en la AV derecha, 2,22% en la ACM izquierda y 2,22% en la ACM derecha.

A continuación, se describirán las dimensiones de ancho y alto de los aneurismas cerebrales obtenidas con las técnicas VR, MIP y ASD-2D, realizadas en el servicio de Angiografía del HCVB durante el periodo 2017 - 2018.

TABLA 6.3 *Análisis estadístico descriptivo del ancho de los aneurismas en las técnicas VR, MIP y ASD-2D.*

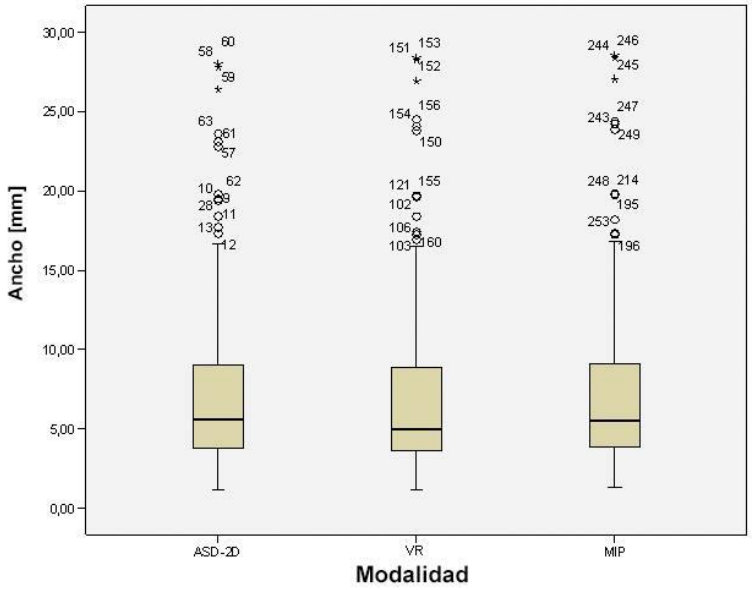
		Ancho VR	Ancho MIP	Ancho ASD-2D
N	Válidos	93	93	93
	Perdidos	0	0	0
Media		7,9418	8,0197	8,0595
Mediana		4,9600	5,5000	5,5700
Moda		2,83(a)	3,87(a)	3,91(a)
Desviación estándar		6,65175	6,57535	6,64796
Varianza		44,246	43,235	44,195
Percentiles	25	3,5800	3,7350	3,8700
	50	4,9600	5,5700	5,5000
	75	9,4100	9,5600	9,4950

(a) Nota: Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

(b) Todos los valores están expresados en unidades de milímetros.

En la Tabla 6.3 se observa que la media de todos los grupos son similares, como también lo son sus variabilidades.

GRÁFICO 6.2 *Box-Plot Ancho de los aneurismas en las técnicas ASD-2D, VR y MIP.*



En el Gráfico 6.2 se observa que la dispersión de los datos de los 3 grupos en la categoría Ancho es muy similar.

TABLA 6.4 *Análisis estadístico descriptivo del alto de los aneurismas en las técnicas VR, MIP y ASD-2D.*

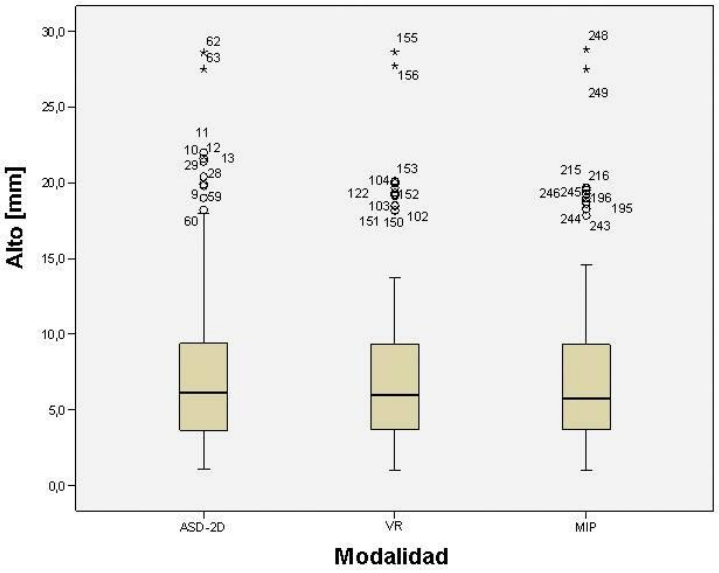
		Alto VR	Alto MIP	Alto ASD-2D
N	Válidos	93	93	93
	Perdidos	0	0	0
Media		8,1811	8,1727	8,241
Mediana		6,0100	5,7300	6,140
Moda		3,71(a)	5,71(a)	10,6(a)
Desviación estándar		6,04724	6,06602	6,1931
Varianza		36,569	36,797	38,355
Percentiles	25	3,7100	3,655	3,7000
	50	6,0100	6,140	5,7300
	75	9,3450	9,500	9,3750

(a) Nota: Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

(b) Todos los valores están expresados en unidades de milímetros.

En la Tabla 6.4 se observa que la media de todos los grupos son similares, como también lo son sus variabilidades.

GRÁFICO 6.3 *Box-Plot Alto de los aneurismas de las técnicas ASD-2D, VR, MIP.*



En el Gráfico 6.3 se observa que la dispersión de los datos de la categoría alto de los 3 grupos es similar.

Al describir el ancho y alto de los aneurismas obtenidos de las diferentes técnicas imagenológicas en cuestión, se puede ver que las variables poseen similares medidas de tendencia central, dispersión y posición. Por lo que en el siguiente apartado se procederá a estimar el grado de concordancia que existe entre estas técnicas a través del coeficiente de correlación intraclase (ICC) y el análisis de los gráficos Bland-Altman.

6.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE

El ICC permite medir la concordancia entre variables continúas obtenidas de diferentes instrumentos de medición (70). A continuación, se mostrarán los resultados de los cálculos del ICC realizados a las variables ancho y alto obtenidas de las técnicas imagenológicas en cuestión. Estos cálculos se hicieron con el modelo de efectos mixtos de dos factores, en el que los efectos de las personas son aleatorios y los efectos de las medidas son fijas.

TABLA 6.5 *Escala de valores del ICC* (71).

Valores	Grado de acuerdo
0	Pobre
0,01 – 0,20	Leve
0,21 - 0.40	Regular
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Casi perfecto

TABLA 6.6 *Coeficiente de correlación intraclase entre ancho ASD-2D y ancho VR.*

		Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
	Correlación intraclase[a]	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,996[b]	,994	,997	481,393	92	92	,000
Medidas promedio	,998[c]	,997	,999	481,393	92	92	,000

a. ICC de tipo A utilizando una definición de acuerdo absoluto.

b. El estimador es el mismo, ya esté presente o no el efecto de interacción.

c. Esta estimación se calcula asumiendo que no está presente el efecto interacción, ya que de otra manera no es estimable.

TABLA 6.7 *Coeficiente de correlación intraclase entre ancho ASD-2D y ancho MIP*.

		Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
	Correlación intraclase[a]	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,994[b]	,992	,996	351,566	92	92	,000
Medidas promedio	,997[c]	,996	,998	351,566	92	92	,000

TABLA 6.8 *Coeficiente de correlación intraclase entre ancho VR y ancho MIP.*

		Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
	Correlación intraclase[a]	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,995[b]	,993	,997	406,214	92	92	,000
Medidas promedio	,998[c]	,996	,998	406,214	92	92	,000

Se observa que los ICC de la variable ancho de las técnicas imagenológicas a comparar poseen valores muy cercanos a 1, lo que indica que poseen un grado de concordancia casi perfecto entre sí.

TABLA 6.9 *Coeficiente de correlación intraclase entre alto ASD-2D y alto VR.*

		Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
	Correlación intraclase[a]	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,993[b]	,990	,995	292,276	92	92	,000
Medidas promedio	,997[c]	,995	,998	292,276	92	92	,000

TABLA 6.10 *Coeficiente de correlación intraclase entre alto ASD-2D y alto MIP.*

		Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
	Correlación intraclase[a]	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,991[b]	,987	,994	225,111	92	92	,000
Medidas promedio	,996[c]	,993	,997	225,111	92	92	,000

TABLA 6.11 *Coeficiente de correlación intraclase entre alto VR y alto MIP.*

		Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
	Correlación intraclase[a]	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,994[b]	,990	,996	305,178	92	92	,000
Medidas promedio	,997[c]	,995	,998	305,178	92	92	,000

Se observa que los ICC de la variable alto de las técnicas imagenológicas a comparar poseen valores muy cercanos a 1, lo que indica que poseen un grado de concordancia casi perfecto entre sí.

6.2. GRÁFICOS DE BLAND-ALTMAN

Este método gráfico permite comparar dos tipos de mediciones de una variable y determinar si existe reproducibilidad entre las técnicas en cuestión. El gráfico de Bland-Altman cuantifica la diferencia media entre las dos técnicas de medición, en donde se debe encontrar el 95% de las diferencias entre los métodos, dentro de un rango de confianza (límite superior e inferior marcados como líneas horizontales paralelas al eje X).

A continuación, se realizará un análisis de los gráficos de Bland-Altman obtenidos de las variables ancho y alto para las distintas técnicas a prueba, cabe a destacar que "*el eje Y corresponde a las diferencias entre los valores pareados de los métodos en cuestión (A-B), mientras que el eje X representa el respectivo valor de la media de ambos (A+B/2)"* (72). Los valores son ubicados en el gráfico, el cual presenta una recta horizontal que marca el promedio de los datos ubicados en el eje Y. Los valores obtenidos serán expresados en milímetros.

GRÁFICO 6.4 *Bland-Altman Ancho ASD-2D v/s Ancho VR.*

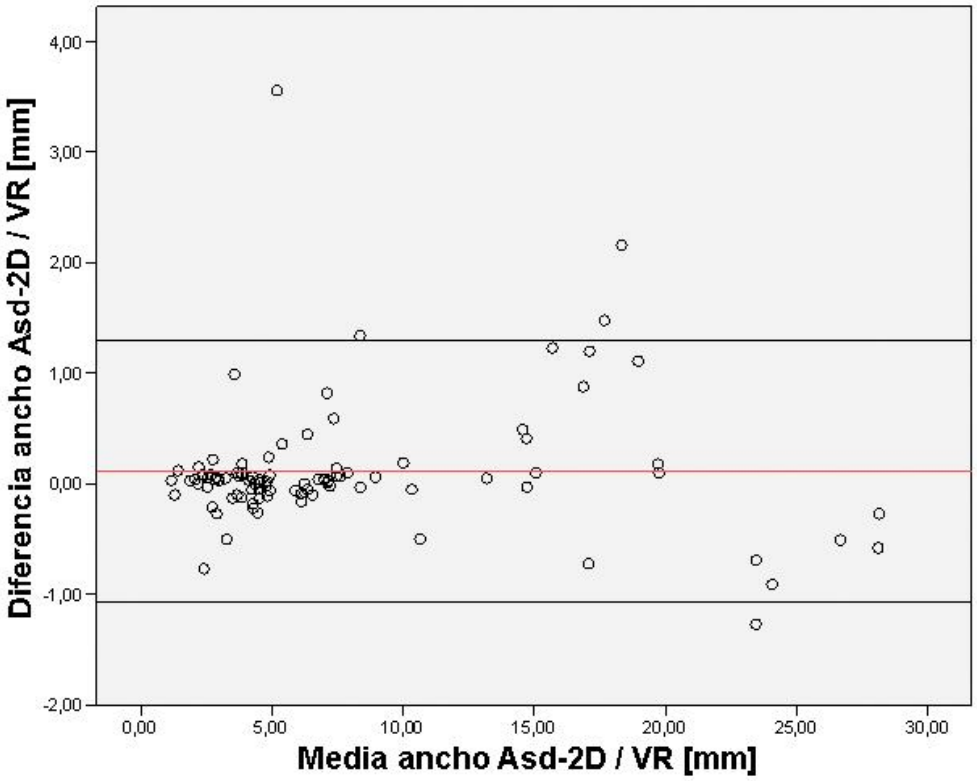


TABLA 6.12 *Parámetros del Gráfico 6.4.*

	Ancho ASD-2D v/s Ancho VR
Media	0,1176
Desviación estándar	0,60554
Banda superior	1,3044584
Banda inferior	-1,0692584

En el Gráfico 6.4 se observa que las diferencias entre medidas de ancho ASD-2D y VR en su mayoría se encuentran dentro de los límites de concordancia. Sólo algunas diferencias entre mediciones escapan a dichos márgenes. También se puede evidenciar que desde los 15 mm en adelante existe mayor lejanía de los datos con respecto a la media.

GRÁFICO 6.5 *Bland-Altman Ancho ASD-2D v/s Ancho MIP*.

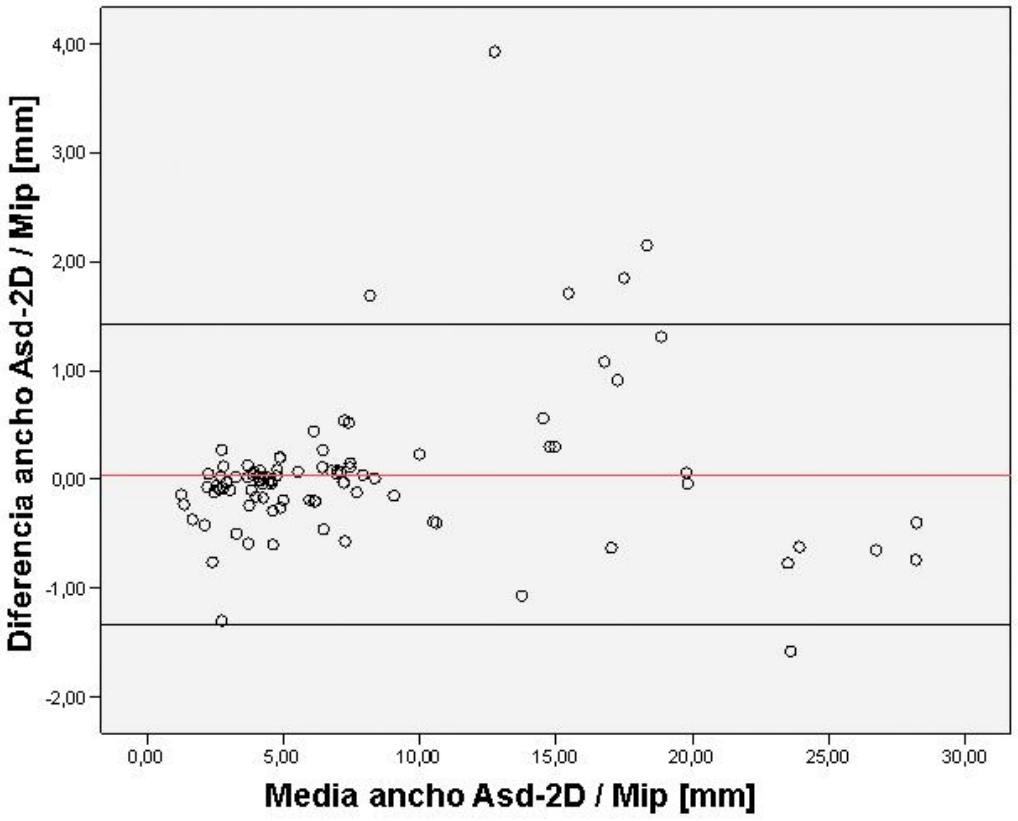


TABLA 6.13 *Parámetros del Gráfico 6.5.*

	Ancho ASD-2D v/s Ancho MIP
Media	0,0398
Desviación estándar	0,70425
Banda superior	1,42013
Banda inferior	-1,34053

En el Gráfico 6.5 se observa que las diferencias entre medidas de ancho ASD-2D y MIP en su mayoría se encuentran dentro de los límites de concordancia. Sólo algunas diferencias entre mediciones escapan a dichos márgenes. Se puede apreciar que los datos para mediciones mayores a los 10 mm comienzan a alejarse con respecto de la media.

GRÁFICO 6.6 *Bland-Altman Ancho VR v/s Ancho MIP.*

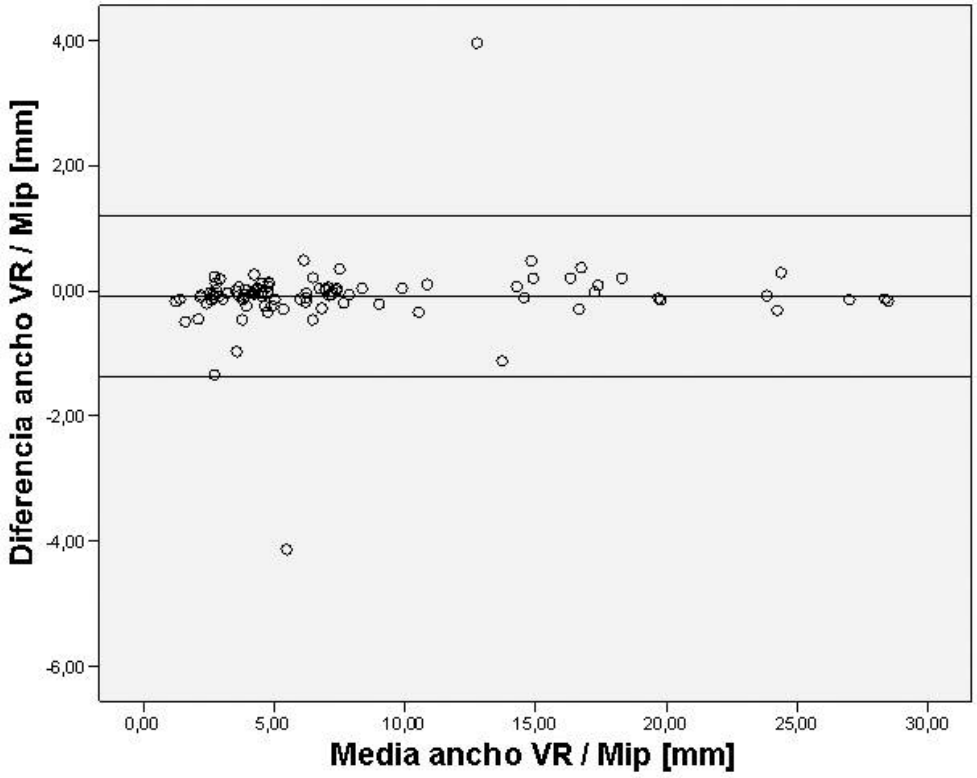


TABLA 6.14 *Parámetros del Gráfico 6.6.*

	Ancho VR v/s Ancho MIP
Media	-0,0778
Desviación estándar	0,65548
Banda superior	1,2069408
Banda inferior	-1,3625408

En el Gráfico 6.6 se observa que las diferencias entre medidas de ancho VR y MIP en su mayoría se encuentran dentro de los límites de concordancia. Sólo algunas diferencias entre mediciones escapan a dichos márgenes. La distribución de datos en esta ocasión es homogénea con respecto a la media a medida que se aumenta el valor en el eje X.

GRÁFICO 6.7 *Bland-Altman Alto ASD-2D v/s Alto VR.*

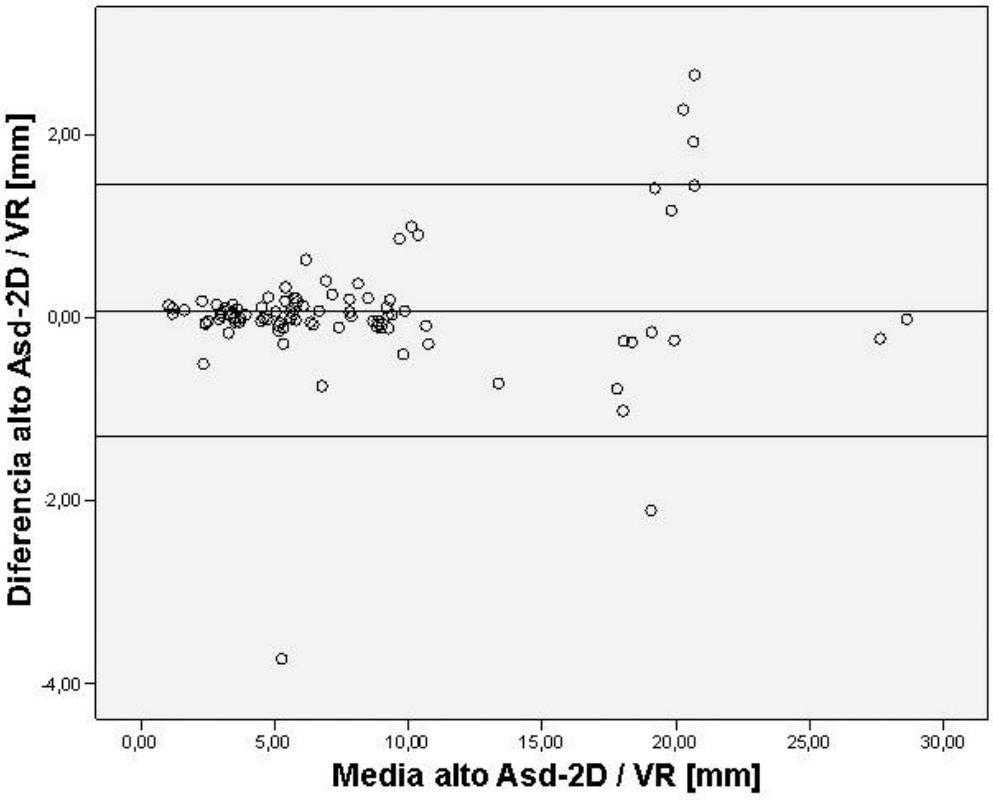


TABLA 6.15 *Parámetros del Gráfico 6.7.*

	Alto ASD-2D v/s Alto VR
Media	0,0603
Desviación estándar	0,7148
Banda superior	1,461308
Banda inferior	-1,340708

En el Gráfico 6.7 se observa que las diferencias entre medidas de alto ASD-2D y VR en su mayoría se encuentran dentro de los límites de concordancia. Sólo algunas diferencias entre mediciones escapan a dichos márgenes. Se puede apreciar que los datos para mediciones mayores a los 10 mm comienzan a alejarse con respecto de la media.

GRÁFICO 6.8 *Bland-Altman Alto ASD-2D v/s Alto MIP*.

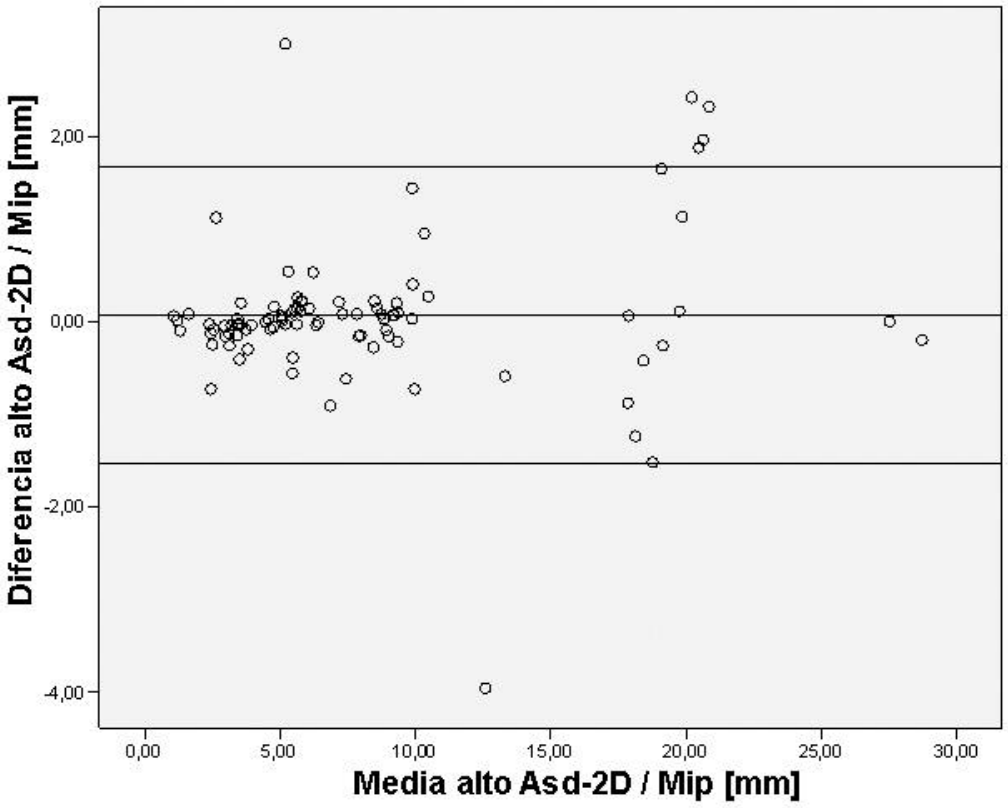


TABLA 6.16 *Parámetros del Gráfico 6.8.*

	Alto ASD-2D v/s Alto MIP
Media	0,0687
Desviación estándar	0,81531
Banda superior	1,6667076
Banda inferior	-1,5293076

En el Gráfico 6.8 se observa que las diferencias entre medidas de alto ASD-2D y MIP en su mayoría se encuentran dentro de los límites de concordancia. Sólo algunas diferencias entre mediciones escapan a dichos márgenes. Se puede apreciar que los datos para mediciones mayores a los 10 mm comienzan a alejarse con respecto de la media.

GRÁFICO 6.9 *Bland-Altman Alto VR v/s Alto MIP*.

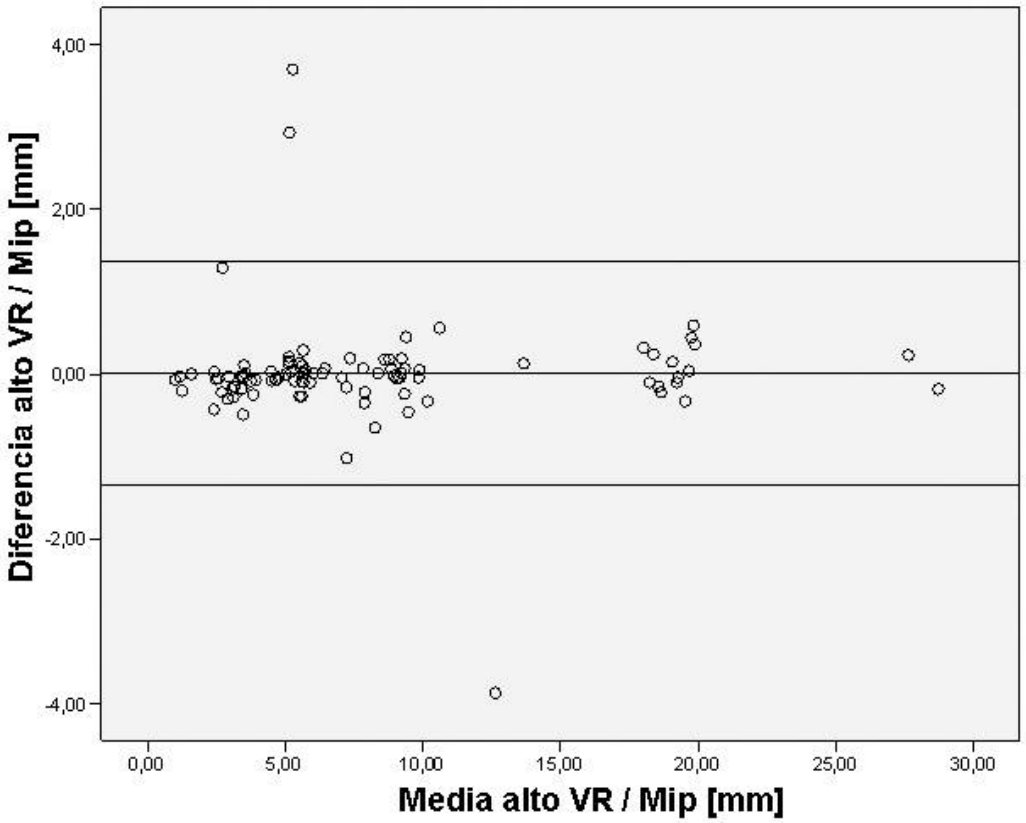


TABLA 6.17 *Parámetros para el Gráfico 6.9.*

	Alto VR v/s Alto MIP
Media	0,0084
Desviación estándar	0,69227
Banda superior	1,3652492
Banda inferior	-1,3484492

En el Gráfico 6.9 se observa que las diferencias entre medidas de alto VR y MIP en su mayoría se encuentran dentro de los límites de concordancia. Sólo algunas diferencias entre mediciones escapan a dichos márgenes. La distribución de datos en esta ocasión es homogénea con respecto a la media a medida que se aumenta el valor en el eje X.

CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN

En el presente estudio de un tamaño muestral de 93 mediciones, se contempló un total de 42 pacientes, de los cuales 35 (83,3%) eran mujeres y 7 (16,7%) hombres. Por lo tanto, para la variable sexo, la mayoría de los pacientes analizados en este estudio son mujeres, esto coincide con los resultados encontrados en otras publicaciones que sitúan al sexo femenino con mayor prevalencia de aneurismas cerebrales (73–76).

Para la variable edad, el rango etario de los pacientes contenidos en la muestra fue de entre 19 y 82 años, con una edad promedio de 55,33 años, lo que concuerda con que hay una mayor incidencia de aneurisma intracraneales en pacientes que se encuentran entre la quinta y sexta década de edad (73,76).

Para las variables asociadas a la morfología y ubicación del aneurisma, el 100% de las mediciones realizadas fueron en aneurismas cerebrales de tipo sacular, apoyado por la literatura, la cual menciona que un 90% de los aneurismas cerebrales son de este tipo (1,33).

En cuanto a la ubicación del aneurisma, al igual que en los estudios revisados (4,17,18,73,75), la mayoría de los aneurismas se encuentran situados en la circulación anterior cerebral, teniendo una mayor prevalencia en la ACI.

Dentro de la realidad país cabe destacar que no existen estudios que evalúen la reproducibilidad entre técnicas imagenológicas ASD-2D y AR-3D utilizadas para la medición de aneurismas, por lo que esta investigación se convierte en la primera en determinar la validez diagnóstica de estas modalidades. Esto podría ayudar a futuro a que los equipos médicos puedan tomar sus decisiones clínicas en base a estudios científicos.

La ASD-2D ha sido considerada como el mejor examen para la representación de aneurismas intracraneales (12,75,77,78), pero esta técnica presenta varias desventajas, tal como es el número limitado de proyecciones que permiten visualizar el aneurisma o la superposición de vasos que pueden perjudicar una óptima visualización (77).

Es por eso que la AR-3D toma una gran relevancia a la hora de realizar mediciones a esta patología, ya que recientes estudios han demostrado que esta modalidad

otorga información significativamente más detallada y precisa para la evaluación y medición de aneurismas cerebrales (77). Este examen consta de una adquisición única en la que el angiógrafo rota alrededor de la cabeza del paciente mientras se administra medio de contraste por vía arterial, lo que permite el contraste de las arterias cerebrales, las cuales serán visualizadas en distintas reconstrucciones imagenológicas que son creadas a partir del volumen de datos adquiridos en el examen. La reconstrucción del volumen de datos obtenidos permite una visualización tridimensional de la angioarquitectura cerebral, estas imágenes poseen la característica de que pueden ser rotadas y giradas, lo que mejora la evaluación de la longitud, tortuosidad y espacialidad de la arteria con los vasos circundantes (17,75). Es por esto que la AR-3D posee un mayor porcentaje de detección de aneurismas pequeños, debido a la manipulación de volumen de datos mejorando la resolución y evitando la sobreproyección de estructuras óseas, lo que hace más obvio la apreciación de estos en comparación a la ASD-2D (19,61). Además, este examen es más independiente del operador al no necesitar la experiencia de este para su realización, puesto que es un procedimiento estandarizado por la compañía que fabrica el angiógrafo (19).

Al analizar los resultados del estudio, se observa que la hipótesis sí se cumple, por ende se puede afirmar que estadísticamente no existen diferencias significativas en las mediciones para alto y ancho de aneurismas intracraneales cuando se comparan las técnicas ASD-2D, VR y MIP, esto se comprueba en primera instancia demostrando que las medias de todos los datos de mediciones son similares, sin embargo, esta premisa toma mayor validez al ver que los valores de los ICC para ancho y alto se encuentran cercanos a 1, lo que indica una alta concordancia entre las mediciones tomadas en las diferentes técnicas imagenológicas, además, al observar los gráficos de Bland–Altman, se puede respaldar que las diferencias numéricas de las mediciones obtenidas en las diferentes técnicas, en su gran mayoría se mantienen cercanas al promedio (línea horizontal roja paralela al eje X) y dentro de los límites superiores e inferiores fijados en base al nivel de confianza utilizado para este estudio.

Después de una revisión bibliográfica en busca de estudios internacionales que relacionan y comparan las mediciones entre técnicas imagenológicas, podemos mencionar el estudio “Benefits of 3D Rotational DSA compared with 2D DSA in the evaluation of

Intracranial Aneurysm" como el más relevante debido a que realiza un trabajo similar, donde concluyen que "*no se encuentra una diferencia significante entre los dos protocolos con respecto al tamaño del saco aneurismático*" (18), lo que respalda firmemente los hallazgos realizados en este estudio.

Continuando con los resultados de la investigación, se puede afirmar que dentro de todos los promedios (tanto ancho como alto) de las diferencias en la comparación de técnicas, el valor más alto fue de 0.11 [mm], por lo tanto, hay una gran similitud entre tomar una medida, tanto en una modalidad como en la otra, respaldado por esta baja diferencia métrica. Por otro lado, si bien la diferencia entre mediciones es baja, es importante recalcar que cuando se comparan las técnicas VR y MIP (tanto en ancho como alto) los promedios fueron aún menores que cuando se comparan con la técnica ASD-2D, además la dispersión de los datos en los gráficos de Bland–Altman se mantiene bastante homogénea y cercana a la media, sin importar la dimensión del aneurisma, esto puede deberse a que se utilizó el mismo software para realizar las mediciones y el paquete de datos es el mismo para realizar ambas reconstrucciones.

Cuando se compara la técnica ASD-2D con las otras dos, estadísticamente siguen existiendo diferencias no significativas, pero se puede ver que los promedios de las diferencias métricas son un poco mayores. Además, se observa que desde los 10 [mm] de la dimensión del aneurisma en adelante, la dispersión de los datos es más heterogénea con tendencia hacia los límites fijados, lo cual creemos que está asociado con el método de obtención de datos y es parte de las limitaciones de este estudio, que mencionaremos más adelante.

Para finalizar, a pesar que los resultados obtenidos en esta investigación avalan la confiabilidad de la AR-3D, creemos que la mejor opción para el estudio de aneurismas intracraneales es realizar un procedimiento donde se complementen la ASD-2D y la AR-3D, ya que está demostrado que para la elección de dispositivos terapéuticos los mejores resultados de medición se consiguen a través de imágenes 2D optimizadas o proyecciones especiales, cuya angulación fue obtenida del análisis de una adquisición 3D realizada previamente (10).

7.1. LIMITACIONES

En lo que respecta a las limitaciones de esta investigación, el tamaño de la muestra calculado no fue logrado debido a los criterios de exclusión del estudio, además, al utilizar un muestreo no probabilístico por conveniencia, los datos epidemiológicos obtenidos no pueden ser extrapolados a la población de la región de Valparaíso.

Concerniente a la metodología del estudio, esta posee la limitación que las mediciones realizadas en las imágenes provenientes de ASD-2D fueron obtenidas en un software en donde se debía realizar una calibración manual en un cuadro de la grabación donde se aprecie el catéter utilizado en el examen, contraria a la calibración automática del software XtraVision de PHILIPS, por lo que las mediciones podrían estar sujetas a error humano.

7.2. RECOMENDACIONES

Para futuros estudios relacionados a esta temática se recomienda que se cumpla el tamaño de la muestra o que sea mayor, para así obtener resultados más significativos, también que la técnica de muestreo sea de tipo aleatoria, de forma que se produzca una muestra representativa y así los datos epidemiológicos obtenidos sean extrapolables a una población determinada.

Por último, en cuanto a la metodología de investigación, se recomienda que se utilice el software del angiógrafo PHILIPS AlluraXper FD20 para la medición de las imágenes procedentes de la ASD-2D, debido a que posee una calibración automática al igual que el software XtraVision de la misma compañía, de esta manera las mediciones obtenidas tendrían una menor influencia del operador.

Finalmente, se debe tener presente que las diferentes compañías utilizan sus propios algoritmos para la reconstrucción de imagen, por ende, se recomienda realizar este

tipo de investigación a equipos de diferentes marcas, por lo mismo estos resultados podrían variar en equipos de otras compañías.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIÓN

Mediante esa investigación se pudo determinar la reproducibilidad de las modalidades VR y MIP de la AR-3D del angiógrafo PHILIPS AlluraXper FD20 como herramienta para la medición de ancho y alto de aneurismas cerebrales con respecto a la ASD-2D, utilizando la plataforma XtraVision.

Recomendamos, en base a los resultados obtenidos, que para la medición de aneurismas mayores a 10 [mm] se utilice la herramienta propia del equipo de la modalidad 2D, la cual utiliza una calibración automática.

Finalmente, sugerimos complementar las modalidades ASD-2D y AR-3D para evaluar de mejor forma el aneurisma cerebral, ya que el primero sigue siendo el Gold Standard para la detección de estas patologías, es de fácil acceso y nos otorga una rápida imagen en tiempo real. Por otro lado, el segundo, es una excelente herramienta en la visualización, debido a su gran resolución espacial, lo que ayuda a visualizar de mejor manera la arquitectura vascular y detectar aneurismas pequeños.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

1. Keedy A. An overview of intracranial aneurysms. McGill J Med. 2006;9(2):141–6.
2. Olin JW, Sealove BA. Diagnosis, management, and future developments of fibromuscular dysplasia. J Vasc Surg [Internet]. 2011;53(3):826-836.e1. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.10.066
3. Ministerio de Salud. Hemorragia Subaracnoidea Secundaria a Rotura de Aneurismas Cerebrales. 2007;1–53.
4. Vlak MHM, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJE. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: A systematic review and meta-analysis. Lancet Neurol [Internet]. 2011;10(7):626–36. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70109-0
5. A. R, H. M, K. K, S. P, R. V, M. P, et al. Risk of harboring an unruptured intracranial aneurysm. Stroke [Internet]. 1998;29(2):359–62. Available from: http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L28086676
6. Hughes JD, Bond KM, Mekary RA, Dewan MC, Rattani A, Baticulon R, et al. Estimating the Global Incidence of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Systematic Review for Central Nervous System Vascular Lesions and Meta-Analysis of Ruptured Aneurysms [Internet]. Vol. 115, World Neurosurgery. Elsevier Inc.; 2018. 430-447.e7 p. Available from: https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.03.220
7. Bowles E. Cerebral aneurysm and aneurysmal subarachnoid haemorrhage. Nurs Stand [Internet]. 2014;28(34):52–9. Available from: http://rcnpublishing.com/doi/abs/10.7748/ns2014.04.28.34.52.e8694
8. Wittenauer R, Smith L. Ischaemic and Haemorrhagic Stroke. Prior Med Eur World "A Public Heal Approach to Innov. 2012;(December):46.
9. Ministerio de Salud. Descripción y Epidemiología - División de Prevención y Control de Enfermedades [Internet]. 2018 [cited 2018 Nov 22]. Available from: https://diprece.minsal.cl/le-informamos/auge/acceso-guias-clinicas/guias-clinicas-desarrolladas-utilizando-manual-metodologico/hemorragia-subaracnoidea-a-rotura-de-aneurismas-cerebrales/descripcion-y-epidemiologia/
10. Behme D, Amelung N, Khakzad T, Psychogios M. How to Size Intracranial Aneurysms : A Phantom Study of Invasive and Noninvasive Methods. Am J Neuroradiol. 2018;1–6.
11. Romijn M, Gratama Van Andel HAF, Van Walderveen MA, Sprengers ME, Van Rijn JC, Van Rooij WJ, et al. Diagnostic accuracy of CT angiography with matched mask bone elimination for detection of intracranial aneurysms: Comparison with digital subtraction angiography and 3D rotational angiography. Am J Neuroradiol. 2008;29(1):134–9.
12. Katati MJ, Martín JM, Saura E, Jorques A, Arjona V, Orozco-Giménez C, et al. Alteraciones neuropsicológicas en pacientes con aneurismas cerebrales: tratamiento

quirúrgico versus tratamiento endovascular. Neurocirugia [Internet]. 2006;17(1):34–45. Available from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130147306703669

13. Pedicelli A, Desiderio F, Esposito G, Rollo M, Albanese A, Verdolotti T, et al. Utilizzo dell'angiografia rotazionale 3D per la strategia d'approccio chirurgico craniotomico e nel controllo post-operatorio degli aneurismi intracranici. Radiol Medica. 2013;118(3):415–30.
14. Liu X, Tao H, Xiao X, Guo B, Xu S, Sun N, et al. SC. Clin Neurol Neurosurg [Internet]. 2018;(2010). Available from: https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2018.04.034
15. Bechan RS, van Rooij WJ, Peluso JP, Sluzewski M. Yield of Repeat 3D Angiography in Patients with Aneurysmal-Type Subarachnoid Hemorrhage. Am J Neuroradiol [Internet]. 2016 Dec [cited 2019 Aug 13];37(12):2299–303. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27659193
16. Guberina N, Lechel U, Forsting M, Mönninghoff C, Dietrich U, Ringelstein A. Dose comparison of classical 2-plane DSA and 3D rotational angiography for the assessment of intracranial aneurysms. Neuroradiology [Internet]. 2016 Jul 12 [cited 2019 Aug 13];58(7):673–8. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26970990
17. Li M-H, Gu B-X, Chen S-W, Wang W, Zhang B-L, Li M, et al. 3D rotational angiography with volume rendering: The utility in the detection of intracranial aneurysms. Neurol India. 2010;58(6):908.
18. Wong SC, Nawawi O, Ramli N, Abd Kadir KA. Benefits of 3D Rotational DSA Compared with 2D DSA in the Evaluation of Intracranial Aneurysm. Acad Radiol [Internet]. 2012;19(6):701–7. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.acra.2012.02.012
19. Van Rooij WJ, Sprengers ME, De Gast AN, Peluso JPP, Sluzewski M. 3D rotational angiography: The new gold standard in the detection of additional intracranial aneurysms. Am J Neuroradiol. 2008;29(5):976–9.
20. Biga L, Dawson S, Harwell A, Hopkins R, Kaufmann J, LeMaster M, et al. 20.1 Structure and Function of Blood Vessels | Anatomy & Physiology [Internet]. ANATOMY AND PHYSIOLOGY. 2012 [cited 2019 Jul 11]. Available from: https://opentextbc.ca/anatomyandphysiology/chapter/20-1-structure-and-function-of-blood-vessels/
21. Fandiño Benito, Eduardo; Calvo Azabarte, Purificación; Lacasa Pérez, Noelia; Salmerón Ruíz, Ángela; Molina Nuevo, Juan David; García Bautista E. SERAM 2008 [Internet]. Arteriografía cerebral diagnóstica. Guía para residentes de radiodiagnóstico. 2008 [cited 2019 Jul 11]. Available from: http://seram2008.seram.es/modules.php?name=posters&file=viewpaper&idpaper=1118&idsection=2&in_window=&forpubli=
22. NEUROWIKIA. Sistema Arterial Cerebral [Internet]. Sistema Arterial Cerebral. [cited 2019 Jul 11]. Available from: http://www.neurowikia.es/content/sistema-arterial-cerebral
23. Jones J, Gaillard F. Bouthillier classification of internal carotid artery segments [Internet]. 2018 [cited 2019 Jul 10]. Available from:

https://radiopaedia.org/articles/bouthillier-classification-of-internal-carotid-artery-segments?lang=us
24. Neurosurg Focus © 2004 Asociación Americana de Cirujanos Neurológicos. Diagrama anatómico lateral que representa los siete segmentos ICA. [Internet]. 2004 [cited 2019 Jul 10]. Available from: https://www.medscape.com/content/2004/00/49/43/494394/494394_fig.html?fbclid=IwAR2W6ZhH26kd7RRc3FEF1pMDejlSFqE_i8AcWNo1m1aIaODyNGDbH4Svlqw
25. Madrid Muñiz C, Arias Ortega M, Cortes Vela JJ, Nieto JCG, Martín ABV, Gonzalez-Spinola J, et al. Estudio de las variantes del Polígono de Willis. 2014;1–33. Available from: www.myESR.org
26. Borgdorff P, Tangelder GJ. Incomplete circle of Willis and migraine: Role for shear-induced platelet aggregation? Headache. 2014;54(6):1054–6.
27. National Institute of Neurological Disorders and Stroke, National Institutes of Health. Aneurismas cerebrales : National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) [Internet]. 2016 [cited 2019 Jul 11]. Available from: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/Aneurismas_Cerebrales.htm
28. Turan N, Heider RAJ, Zaharieva D, Ahmad FU, Barrow DL, Pradilla G. Sex Differences in the Formation of Intracranial Aneurysms and Incidence and Outcome of Subarachnoid Hemorrhage: Review of Experimental and Human Studies. Transl Stroke Res. 2016;7(1):12–9.
29. Caranci F, Briganti F, Cirillo L, Leonardi M, Muto M. Epidemiology and genetics of intracranial aneurysms. Eur J Radiol [Internet]. 2013;82(10):1598–605. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.12.026
30. Lennihan L, Klebanoff LM, Fink ME. The Clinical Spectrum of Unruptured Intracranial Aneurysms Intracrani a l. 2014;22–5.
31. Eller TW. MRI demonstration of clot in a small unruptured aneurysm causing stroke. J Neurosurg. 2009;65(3):411–2.
32. De La Rosa Morilla SE, Melot A, Boissonneau S, Farah K, Brunel H, Roche PH. Aneurisma intracraneal traumático secundario a un trauma balístico. Caso clínico y revisión de la literatura. Neurocirugia [Internet]. 2016;27(2):95–9. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.neucir.2015.08.001
33. Duarte,A y Sabillón N. Aneurismas. Revisión Bibliográfica. Rev Ciencias Forenses Honduras [Internet]. 2017;17–26. Available from: http://www.bvs.hn/RCFH/pdf/2017/pdf/RCFH3-2-2017-7.pdf
34. Guerrero-Muñiz S, Zárate-Méndez AM, Pérez Razo JC, Chima-Galán MDC, García-Ortiz L, Gutiérrez-Salinas J. Aneurismas intracraneales: Aspectos moleculares y genéticos relacionados con su origen y desarrollo. Rev Mex Neurocienc. 2009;10(6):453–8.
35. Heart & Vascular Institute, The George Washington University. » Aneurisma Cerebral [Internet]. 2019 [cited 2019 Jul 11]. Available from: http://www.gwheartandvascular.org/education/en-espanol/enfermedades/enfermedades_conditiones/aneurisma-cerebral/
36. Learning Neuroradiology. learningneuroradiology.com - CT Angiography [Internet]. CT Angiography. 2011 [cited 2019 Jul 13]. Available from:

https://sites.google.com/a/wisc.edu/neuroradiology/image-acquisition/vascular-imaging/cta
37. Stanford Health Care. Resonancia magnética para aneurisma cerebral | Stanford Health Care [Internet]. [cited 2019 Jul 12]. Available from: https://stanfordhealthcare.org/medical-conditions/brain-and-nerves/brain-aneurysm/diagnosis/mri.html
38. PHILIPS. Aneurismas con 3D TOF MRA - FieldStrength MRI | Philips Healthcare [Internet]. Imágenes de aneurismas cerebrales pequeños mediante angiografía no invasiva por RM. 2016 [cited 2019 Jul 12]. Available from: https://www.usa.philips.com/healthcare/education-resources/publications/fieldstrength/cerebral-aneurysms-with-3d-tof-mra-shanghai-jao-tong#slide_tab1
39. Learning Neuroradiology. learningneuroradiology.com - Digital Subtraction Angiography [Internet]. Digital Subtraction Angiography. 2011 [cited 2019 Jul 12]. Available from: https://sites.google.com/a/wisc.edu/neuroradiology/image-acquisition/vascular-imaging/digital-subtraction-angiography
40. Gaillard F. Revisiones del “Aneurisma de la arteria carótida interna gigante” | Estuche Radiopaedia.org [Internet]. 2010 [cited 2019 Jul 12]. Available from: https://radiopaedia.org/cases/giant-internal-carotid-artery-aneurysm-1/revisions?lang=us
41. Fucac. Clasificación del aneurisma cerebral | Fucac [Internet]. [cited 2019 Jul 11]. Available from: http://fucac.org/aneurisma-cerebral/clasificacion-del-aneurisma-cerebral/
42. Miami Cardiac & Vascular Institute. Articulo de Enfermedad Vascular | Miami Cardiac & Vascular Institute [Internet]. 2016 [cited 2019 Jul 10]. Available from: https://baptisthealth.net/sp/servicios-de-salud/servicios-cardiovasculares/paginas/servicios-de-salud-vascular/articulo-de-aneurismas.aspx?parm1=p08773&parm2=85
43. Mayo clinic O. Aneurisma cerebral - Diagnóstico y tratamiento [Internet]. 2. 2016 [cited 2019 Jul 12]. p. 10. Available from: https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/brain-aneurysm/diagnosis-treatment/drc-20361595
44. Delgado Lopez PD, Castilla Díez JM, Martín Velasco V. Aneurismas cerebrales no rotos: controversias sobre el cribado poblacional. Neurocirugia [Internet]. 2016;27(5):237–44. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.neucir.2015.12.001
45. Vivancos J, Gilo F, Frutos R, Maestre J, García-Pastor A, Quintana F, et al. Clinical management guidelines for subarachnoid haemorrhage. Diagnosis and treatment. Neurologia. 2014;29(6):353–70.
46. Romero JM, Rosand J. Hemorrhagic cerebrovascular disease [Internet]. 1st ed. Vol. 135, Neuroimaging Part I. Elsevier B.V.; 2016. 351–364 p. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-53485-9.00018-0
47. Novitzke J. The basics of brain aneurysms: a guide for patients. J Vasc Interv Neurol [Internet]. 2008;1(3):89–90. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22518230%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3317292
48. M. T, M.A. S, M. K, P. K. Warning signs and symptoms of subarachnoid

hemorrhage. South Med J [Internet]. 2009;102(1):21–4. Available from: http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L354886534%0Ahttp://dx.doi.org/10.1097/SMJ.0b013e318188383c%0Ahttp://resolver.ebscohost.com/openurl?sid=EMBASE&issn=00384348&id=doi:10.1097%2FSMJ.0b013e318188383c&atitle=Warning+sign

49. NEUROWIKIA. Clínica y Diagnóstico de la Hemorragia Subaracnoidea Espontánea | NeuroWikia [Internet]. 2011 [cited 2019 Jul 12]. Available from: http://www.neurowikia.es/content/clínica-y-diagnóstico-de-la-hemorragia-subaracnoidea-espontánea
50. Navarskov A. Informe radiológico: Escala de Fisher modificada por Claassen [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 12]. Available from: http://informeradiologico.blogspot.com/2017/11/escala-de-fisher-modificada-por-claassen.html
51. Lindgren A, Vergouwen M DI, van der Schaaf I, Algra A, Wermer M, Clarke MJ, et al. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for people with aneurysmal subarachnoid haemorrhage [Internet]. Vol. 2018, Cochrane Database of Systematic Reviews. 2018 [cited 2019 Jul 12]. p. CD003085. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30110521
52. Bushong S. Manual de radiología para técnicos: Física. Biología y Protección Radiológica. Elsevier. 2005.
53. Delgado O, Fernández O, Leyton F, Rodríguez AM, Tagle S. Protección Radiólogica y de Buenas Prácticas en Radiología Dento-Maxilo-Facial. 2015;1–85. Available from: https://www.minsal.cl/portal/url/item/7f2d789a9750153be04001011f012d29.pdf
54. CARDONA MSP, LARROSA-FUENTES J. Instrucciones de uso: Man para la Obs medios. 2019;23–6.
55. PROTECCION RADIOLOGICA LTDA. Productos | PROTECCION RADIOLOGICA LTDA [Internet]. 2019 [cited 2019 Aug 12]. Available from: https://www.proteccionradiologica.cl/productos/
56. Philips. View details of Philips Allura Xper FD20 [Internet]. 2019 [cited 2019 Aug 12]. Available from: https://www.philips.co.uk/healthcare/product/HC722012CA/allura-xper-fd20-cardiovascular-x-ray-system?fbclid=IwAR3GyT5BuxptsQ2-C9cV6pqdOtidg886u4mkk1o_yXLZu_p2AmKKQV-6QJU
57. Chain IS. Explanation document X-ray generation. 2014;
58. González F. La Radiología Digital: Adquisición de Imágenes. Doctor. 2010;33–40.
59. Martino A. Radiología: De la Imagen Convencional a la Digital. 2006;3–5. Available from: http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-Alumnos P.F.I/(RX) MARTINO ANALIA.pdf
60. Aw M. 3DRA Overview. 2016;
61. Cieściński J, Serafin Z, Strześniewski P, Lasek W, Beuth W. DSA volumetric 3D reconstructions of intracranial aneurysms: A pictorial essay. Polish J Radiol [Internet]. 2012 Apr [cited 2019 Jul 15];77(2):47–53. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22844309
62. Daniel TM, Acuña C, Sandra TM, Leal A. Reformaciones En Tomografía

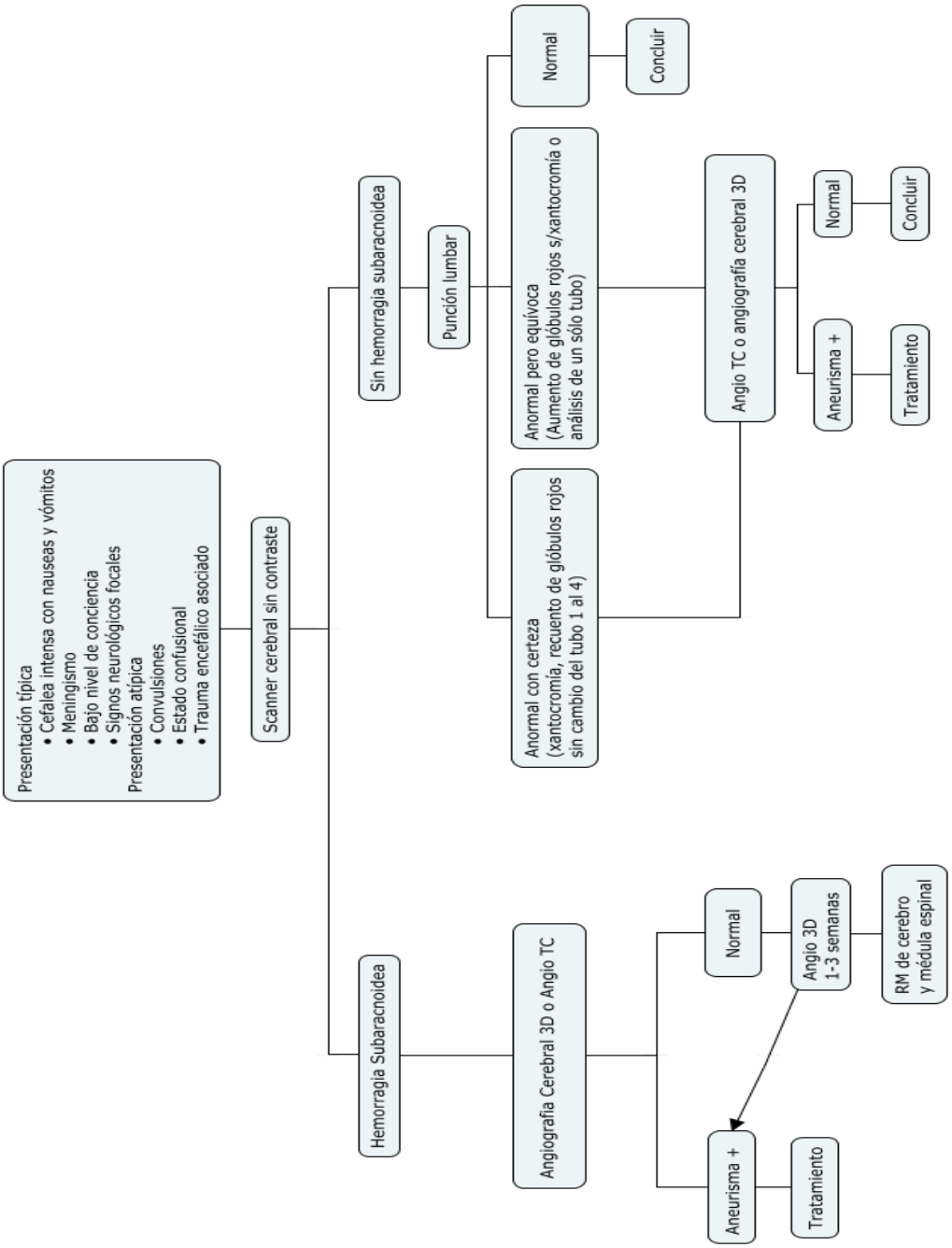
Computada. 1998;1–17.
63. Sugahara T, Korogi Y, Nakashima K, Hamatake S, Honda S, Takahashi M. Comparison of 2D and 3D digital subtraction angiography in evaluation of intracranial aneurysms. Am J Neuroradiol [Internet]. 2002 Oct 1 [cited 2019 Jul 15];23(9):1545–52. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12372745
64. Daniel TM, Acuña C, Médica DT. Calidad de Imagen en TC TM. :1–12.
65. Institute O. edad | Definición de edad en español de Oxford Dictionaries [Internet]. 2019. 2019 [cited 2018 Dec 26]. p. 1. Available from: https://es.oxforddictionaries.com/definicion/edad
66. Real Academia Española. sexo | Definición de sexo - «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario [Internet]. 2018 [cited 2019 Jul 14]. Available from: https://dle.rae.es/?id=XlApmpe
67. Sánchez García Z, Marrero Rodríguez JN, Becerra Peña O, Alvarado Peruyero JC. Revista cubana de medicina general integral. [Internet]. Vol. 19, Revista Cubana de Medicina General Integral. 1999, Editorial Ciencias Médicas; 2003 [cited 2018 Dec 25]. 0–0 p. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252003000500012
68. MINISTERIO DE SALUD; SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA. LEY-20584 24-ABR-2012 MINISTERIO DE SALUD, SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA - Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional [Internet]. 2012 [cited 2018 Dec 25]. Available from: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1039348
69. Chile. Poder Legislativo. LEY-19628 28-AGO-1999 MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA - Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional [Internet]. 1994 [cited 2018 Dec 25]. Available from: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=141599
70. Ringo J, Murthy RSR. A hymn before battle [Internet]. Vol. 44, Ars pharmaceutica, ISSN-e 0004-2927, Vol. 44, Nº. 4, 2003, págs. 351-369. Baen Books; 2000 [cited 2019 Aug 22]. 351–369 p. Available from: https://docplayer.es/73534140-Coeficiente-de-correlacion-intraclase.html?fbclid=IwAR15s7uqUkyV7BQcMwtTCSNoVduaWqTBDgMkg-xA4La7sGU8UTKyc8qJ2hU
71. Mandeville P. El Coeficiente de Correlación Intra clase. Cienc UANL [Internet]. 2005;8(3):414–6. Available from: http://www.redalyc.org/pdf/402/40280322.pdf
72. Gil Martínez C. RPubs - Análisis gráfico de Bland-Altman [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 14]. Available from: https://rpubs.com/Cristina_Gil/B-A_analysis
73. Masoud H, Nair V, Odulate-Williams A, Sharma S, Gould G, Thatcher J, et al. Incidence of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage with Procedures Requiring General Anesthesia in Patients with Unruptured Intracranial Aneurysms. Interv Neurol. 2018;7(6):452–6.
74. Wong G, Yu SCH, Poon WS. Radiological measurements of dimensions of acutely ruptured internal carotid artery aneurysm: a comparative study between computed tomographic angiography and digital subtraction angiography. Clin Pract. 2012;2(3):2–3.
75. Adeeb N, Griessenauer CJ, Patel AS, Moore J, Dolati-Ardejani P, Gupta R, et al. Reliability of dual- vs single-volume reconstruction of three-dimensional digital

subtraction angiography for follow-up evaluation of endovascularly treated intracranial aneurysms. Interv Neuroradiol. 2016;22(6):687–92.

76. Zacharia BE, Hickman ZL, Grobelny BT, DeRosa P, Kotchetkov I, Ducruet AF, et al. Epidemiology of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. Neurosurg Clin N Am [Internet]. 2010;21(2):221–33. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.nec.2009.10.002
77. Beck J, Rohde S, Berkefeld J, Seifert V, Raabe A. Size and location of ruptured and unruptured intracranial aneurysms measured by 3-dimensional rotational angiography. Surg Neurol. 2006;65(1):18–25.
78. Turan N, Heider RA, Roy AK, Miller BA, Mullins ME, Barrow DL, et al. Current Perspectives in Imaging Modalities for the Assessment of Unruptured Intracranial Aneurysms: A Comparative Analysis and Review. World Neurosurg [Internet]. 2018 May [cited 2019 Jul 15];113:280–92. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29360591

CAPÍTULO 10: ANEXOS

10.1. ANEXO 1: DIAGNOSTICO HEMORRAGÍA SUBARACNOIDEA POR ANEURISMA CEREBRAL



10.2. ANEXO 2: BASE DE DATOS

Nº	Nº Folio	Fecha	Sexo	Edad	Ubicación	Tipo de aneurisma	Ancho ASD-2D	Alto ASD-2D	Ancho AR-3D	Alto AR-3D	Ancho MIP	Alto MIP
1	001	13-01-2017	F	74	ACI I	Sacular	4,99	6,4	4,75	6,48	4,79	6,41
2	002	18-01-2017	F	43	ACID	Sacular	4,76	7,34	4,78	7,45	5,02	7,26
3							4,76	7,28	4,87	7,03	4,73	7,07
4							4,47	5,27	4,52	5,39	4,76	5,66
5	003	08-02-2017	F	60	ACID	Sacular	6,49	7,9	6,59	7,7	6,38	8,05
6							7,5	8,3	6,68	7,93	6,96	8,58
7	004	22-02-2017	F	66	ACI I	Sacular	1,18	1,25	1,15	1,15	1,32	1,35
8							1,24	1,21	1,34	1,17	1,47	1,2
9	005	08-03-2017	F	53	ACI I	Sacular	19,5	19,9	18,39	18,49	18,19	18,25
10							19,4	21,4	17,24	19,13	17,25	18,98
11							17,7	22	16,5	19,35	16,79	19,68
12							17,3	21,4	16,42	19,96	16,22	19,52
13							18,4	21,6	16,92	19,68	16,55	19,64
14	006	15-03-2017	F	44	AComA	Sacular	3,42	6,14	3,55	6,01	4,01	6
15	007	20-03-2017	F	56	ACM I	Sacular	7,65	7,83	7,06	7,77	7,13	7,99
16					ACID	Sacular	3,63	4,57	3,73	4,46	3,87	4,54
17	008	29-03-2017	F	52	ACI I	Sacular	7,12	8,77	7,11	8,87	7,05	8,69
18							7,2	9,25	7,22	9,14	7,23	9,18
19		24-04-2017					7	9,4	6,96	9,37	6,95	9,3
20	009	08-05-2017	F	72	ACM D	Sacular	4,32	8,84	4,58	8,88	4,92	8,81
21	010	31-05-2017	F	78	ACID	Sacular	2,87	2,5	2,83	2,54	2,6	2,59
22	011	19-06-2017	F	59	ACI D	Sacular	6,07	5,07	6,16	5,22	6,27	5,06
23							7,18	5,61	7,15	5,55	7,21	5,64
24							7,52	5,59	7,38	5,6	7,37	5,46

25								7,02	5,89	6,98	5,68	6,94	5,67	
26								6,79	5,82	6,75	5,61	6,71	5,71	
27	012	05-07-2017	M	57	ACI D	Sacular		6,24	5,18	6,24	5,24	6,7	5,21	
28	013	05-07-2017	F	53	ACI I	Sacular		19,8	19,8	19,62	20,05	19,74	19,69	
29								14,9	20,4	14,49	19,23	14,6	19,27	
30								14,8	18	14,31	20,11	14,24	19,52	
31	014	05-07-2017	F	19	ACI I	Sacular		4,07	2,08	3,08	2,59	4,05	2,81	
32	015	07-08-2017	F	41	AComA D	sacular		3,91	3,5	3,83	3,55	4,07	3,54	
33	016	24-08-2017	F	59	AComP D	Sacular		6,33	8,65	6,38	8,69	5,89	8,51	
34								4,82	9,89	4,8	9,82	4,73	9,86	
35	017	25-10-2017	F	49	ACI D	Sacular		2,02	6,39	2,79	7,14	2,78	7,3	
36	018	06-11-2017	M	44	ACID	Sacular		1,48	1,67	1,36	1,59	1,85	1,59	
37	019	27-11-2017	F	55	ACID	Sacular		6,97	3,39	3,41	7,12	7,54	3,42	
38	020	01-12-2017	F	47	ACID	Sacular		2,18	3,3	2,18	3,22	2,25	3,71	
39								3,91	3,66	3,81	3,71	3,87	3,96	
40	021	04-12-2017	F	32	ACID	Sacular		3,76	3,44	3,69	3,39	3,63	3,41	
41								3,95	3	3,77	2,98	3,88	3,26	
42								3,71	3,19	3,61	3,08	3,69	3,23	
43	022	11-12-2017	F	42	AComP D	sacular		4,54	3,7	4,53	3,71	4,56	3,79	
44								3,03	6,31	3,53	6,36	3,53	6,35	
45								3,78	6,69	3,9	6,62	3,88	3,69	
46	023	10-01-2018	M	49	ACID	Sacular		10,3	9,6	10,35	10	10,69	10,33	
47	024	17-01-2018	M	50	AVD	Sacular		7,49	9,23	7,42	9,21	7,38	9,45	
48								8,35	9,4	8,38	9,21	8,34	9,2	
49								7,63	9,2	7,56	9,32	7,75	9,13	

50	025	22-01-2018	M	50	AVD	sacular	9,02	10,6	7,68	9,61	7,33	9,16
51	026	24-01-2018	M	49	ACID	Sacular	10,1	10,8	9,91	9,9	9,87	9,85
52							10,4	13	10,9	13,72	10,8	13,59
53	027	02-02-2018	F	45	ACID	Sacular	2,76	3,46	3,03	3,47	2,84	3,5
54	028	12-03-2018	F	58	ACID	Sacular	4,34	3,93	4,34	3,9	4,31	3,97
55	029	19-03-2018	F	63	ACII	Sacular	1,9	2,37	1,87	2,19	2,32	2,62
56							2,4	2,92	2,32	2,94	2,52	2,97
57	030	16-04-2018	F	65	ACII	Sacular	23,1	17,9	23,79	18,16	23,87	17,84
58							28	17,4	28,27	18,18	28,4	18,28
59							26,4	18,2	26,91	18,47	27,05	18,62
60							27,8	19	28,38	19,16	28,54	19,26
61							22,8	17,5	24,07	18,52	24,38	18,74
62	031	16-04-2018	F	71	ACID	Sacular	19,8	28,6	19,7	28,62	19,84	28,8
63							23,6	27,5	24,51	27,73	24,22	27,5
64	032	09-05-2018	F	65	ACII	Sacular	13,2	10,1	13,15	9,24	14,27	9,7
65							15,1	10,6	15	10,89	14,8	10,33
66							16,3	8,59	15,07	8,38	14,59	8,37
67							16,7	7,87	17,42	7,86	17,33	7,79
68	033	09-05-2018	F	65	ACID	Sacular	4,9	5,49	4,96	5,31	5,09	5,39
69							5,57	6,48	5,21	5,85	5,5	5,95
70							4,96	5,57	4,88	5,24	4,76	5,03
71	034	05-06-2018	F	32	ACII	Sacular	3,27	4,46	3,22	4,5	3,25	4,47
72							2,71	4,72	2,63	4,74	2,69	4,78
73							2,86	4,86	2,64	4,64	2,74	4,7
74	035	27-06-2018	F	70	ACII	Sacular	14,7	10,6	14,73	10,69	10,77	14,56

75	036	27-06-2018	M	62	ACII	Sacular	7,94	7,12	7,84	6,72	7,9	7,74
76	037	31-07-2018	M	59	ACII	Sacular	2,91	3,65	2,85	3,56	2,94	3,45
77	038	27-08-2018	M	78	ACID	Sacular	2,09	3,19	2,05	3,36	3,39	2,07
78							2,28	1,1	2,13	0,97	2,23	1,04
79	039	29-08-2018	F	54	AComA	Sacular	4,19	5,71	4,37	5,67	4,11	5,57
80							4,2	5,77	4,25	5,8	4,24	5,51
81	040	29-08-2018	F	38	ACII	Sacular	4,17	5,09	4,39	5,18	4,34	5,05
82	041	03-10-2018	F	41	ACII	Sacular	2,52	3,49	2,55	3,35	2,58	3,52
83							2,62	2,38	2,83	2,44	2,71	2,41
84							2,59	3,34	2,53	3,31	2,68	3,49
85	042	03-10-2018	F	42	ACII	Sacular	3	2,9	2,97	2,76	3,1	3,06
86	043	08-10-2018	F	82	AComA	Sacular	6,58	5,17	6,13	5,46	6,31	5,73
87	044	26-12-2018	F	70	ACII	Sacular	8,97	4,6	8,91	4,61	9,12	4,68
88							4,14	5,08	4,11	5,02	4,15	5,02
89							4,29	5,93	4,23	5,76	4,28	5,71
90	045	28-12-2018	F	63	ACID	Sacular	6,04	8,87	6,2	8,94	6,24	8,96
91							5,86	8,92	5,92	9,03	6,05	9,08
92					ACII	Sacular	4,46	2,38	4,59	2,45	4,47	2,51
93							4,54	3,04	4,5	2,99	4,58	3,17