



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Tecnología Médica

Eficacia del protocolo de angiotomografía con región de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales. Clínica Good Hope, Lima-2018

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el área de Radiología

AUTOR

Renato Luis JÁUREGUI IBERICO

ASESOR

Carmen Cecilia MUÑOZ BARABINO

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Jáuregui R. Eficacia del protocolo de angiotomografía con región de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales. Clínica Good Hope, Lima-2018 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica; 2018.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Tecnología Médica

"Año del diálogo y la reconciliación nacional"



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Conforme a lo estipulado en el Art. 113 inciso C del Estatuto de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (R.R. No. 03013-R-16) y Art. 45.2 de la Ley Universitaria 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

Presidente: Lic. José Fernando Vásquez Herrera
Miembros: Lic. Abelardo Nestor Tenio Obregon
Lic. Luis Chumpitaz Francia
Asesor : Mg. Carmen Cecilia Muñoz Barabino

10 de R.
9/1/18

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 06 de setiembre de 2018, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado "EFICACIA DEL PROTOCOLO DE ANGIOTOMOGRAFÍA CON REGION DE INTERES EN TRONCO PULMONAR PARA LA VISUALIZACIÓN DE ARTERIAS CEREBRALES CLINICA GOOD HOPE, LIMA-2018", para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el Area de Radiología del Bachiller:

RENATO LUIS JÁUREGUI IBERICO

Habiendo obtenido el calificativo de:

.....19.....
(en números)

.....DIECINUEVE.....
(en letras)

Que corresponde a la mención de: SOBRESALIENTE

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

.....
Presidente
Lic. José Fernando Vásquez Herrera

.....
Miembro
Lic. Abelardo Néstor Tenio Obregon

.....
Miembro
Lic. Luis Chumpitaz Francia



.....
Asesor (a) de Tesis
Mg. Carmen Cecilia Muñoz Barabino

**EFICACIA DEL PROTOCOLO DE ANGIOTOMOGRAFÍA
CON REGION DE INTERES EN TRONCO PULMONAR
PARA LA VISUALIZACIÓN DE ARTERIAS
CEREBRALES. CLÍNICA GOOD HOPE, LIMA-2018.**

AUTOR

Bachiller: JÁUREGUI IBERICO, RENATO LUIS

ASESOR

Mg MUÑOZ BARABINO, CARMEN CECILIA

(Docente principal, tiempo parcial 20 horas)

El presente trabajo esta
dedicado a mi madre que siempre
me ha apoyado a lo largo de mis estudios
y aquellas personas que me han ayudado
a lo largo de la elaboración de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Después de un tiempo he podido culminar esta investigación que tantos años me tomó plasmar de manera escrita, debido a las crecientes dudas que me abordaban de manera constante por la falta de conocimiento; en ese entonces, de las formas de presentación de un estudio de investigación.

Puedo dar fe que la falta de motivación es un gran enemigo del desarrollo personal. Agradezco la suerte de haber encontrado personas a lo largo de este último año que me han ayudado a encaminar de manera correcta y simple la idea que rondaba mi cabeza ya hace mucho. Agradezco la motivación y la ayuda tanto teórica como en la parte emocional que éstos me han brindado.

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES	2
1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
1.4 BASES TEÓRICAS	9
1.4.1 Base teórica.....	9
1.4.2 Definición de términos.....	37
1.4.3 Formulación de la hipótesis.....	38
CAPÍTULO II: MÉTODOS.....	39
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO	40
2.1.1 Tipo de investigación.....	40
2.1.2 Diseño de la investigación	40
2.1.3 Población.....	40
2.1.4 Muestra y muestreo.....	40
2.1.4.1 Criterios de inclusión	41
2.1.4.2 Criterios de exclusión.....	41
2.1.5 Variables	41
2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
2.1.7 Procedimientos y análisis estadísticos	43
2.1.8 Consideraciones éticas	46
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	47
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	59
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	71
Operacionalización de variables.....	72
Matriz de consistencia.....	73
Instrumento.....	74
Consentimiento informado.....	75

Solicitud de permisos	76
Imágenes angiotomográficas	77
Procedimiento del protocolo	79
Técnicas de administración del MC.....	86
Protocolos angiotomográficos	90

LISTA DE TABLAS

Tablas N°	Pág.
1- Evaluación cuantitativa de arterias intracraneales.....	45
2- Características de la muestra del estudio.....	48
3- Valores de Realce arterial obtenidos en las imágenes angiotomográficas.....	49
4- Valores de Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar (TP) y Tiempo total de exploración (TTE).....	49
5- Valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de edad de los pacientes.....	50
6- Valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de sexo de los pacientes.....	53
7- Valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de peso de los pacientes.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos N°	Pág.
1- Realce arterial (HU) por grupos de edad.....	51
2- Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar por grupos de edad.....	52
3- Realce arterial (HU) por grupos de sexo.....	54
4- Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar por grupos de sexo.....	55
5- Realce arterial (HU) por grupos de peso.....	57
6- Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar por grupos de peso.....	58

RESUMEN

Objetivo: comprobar la eficiencia del protocolo de angiotomografía con región objetivo de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales. Clínica Good Hope, Lima-2018.

Metodología: Estudio cuantitativo, observacional, con diseño descriptivo transversal y prospectivo cuya muestra estuvo constituida por 50 estudios de angiotomografía cerebrales de pacientes que acudieron al centro de imágenes, área de tomografía de la Clínica Good Hope, Lima – 2018, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que se seleccionaron a los objetos de estudio de manera no aleatoria, según los criterios inclusión y exclusión. La técnica para adquirir las imágenes angiotomográficas fue el protocolo con región objetivo de interés (ROI) en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales, como instrumento se utilizó un tomógrafo de 16 líneas marca Siemens modelo Somaton Scope, un inyector de doble cabezal marca Mallinckrodt y una ficha de recolección de datos. La correlación entre variables cuantitativas se realizó con el coeficiente de correlación de Spearman.

Resultados: Con respecto a la distribución de los parámetros de realce arterial evaluados en el estudio, mediante la realización de la angiotomografía con ROI en tronco pulmonar, obtuvimos una media para la arteria cerebral media segmento M1 (ACM M1) de $496.6 \text{ HU} \pm 11.4$, para la arteria cerebral anterior segmento A1 (ACA A1) de $463.8 \text{ HU} \pm 10.7$, para la arteria carótida interna segmento clinoides (ACI C5) de $513.0 \text{ HU} \pm 13.2$, para la arteria carótida interna segmento cavernoso (ACI C4) de $504.2 \text{ HU} \pm 12.3$,para la arteria carótida interna segmento comunicante (ACI C7) de $500.1 \text{ HU} \pm 11.9$ y un promedio de $455.9 \text{ HU} \pm 11.5$ para la arteria Basilar.

Conclusión: El protocolo con región objetivo de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales fue eficiente al obtener imágenes angiotomográficas diagnosticables ya que los parámetros de realce arterial obtenidos con dicho protocolo fueron mayores a 300 HU en todas las estructuras medidas que conforman el polígono de Willis, en el total de los pacientes sometidos al estudio.

Palabras clave: Eficacia, angiotomografía, tronco pulmonar.

ABSTRACT

Objective: to verify the efficiency of the angiotomography protocol whit a región of interest in the pulmonary trunk for the visualization of cerebral arteries. Good Hope clinic, Lima – 2018.

Methodology: Quantitative, observational, cross-sectional and prospective descriptive study whose sample consisted of 50 cerebral angiotomography studies of patients who attended the image center, tomography area of the Good Hope Clinic, Lima – 2018, selected by means of a non-invasive sampling. Probabilistic for convenience, since the study objects were selected in a non-random manner, according to the inclusion and exclusion criterial. The technique for acquiring the angiotomographic images was the protocol whit ROI in the pulmonary trunk for the visualization of cerebral arteries. The instrument was a 16-line Siemens Somaton Scope tomograph, a Mallinckrodt double-head injector and a data collection card. For the correlation between quantitative variables was performed whit the Spearman correlation coefficient.

Results: Regarding the distribution of the parameters of arterial enhancement evaluated in the study, by performing an angiotomography with ROI in the pulmonary trunk, we obtained a mean for the middle cerebral artery segment M1 (MCA M1) of $496.6 \text{ HU} \pm 11.4$, for the anterior cerebral artery segment A1 (ACA A1) of $463.8 \text{ HU} \pm 10.7$, for the internal carotid artery clinoid segment (ACI C5) of $513.0 \text{ HU} \pm 13.2$, for the internal carotid artery cavernous segment (ACI C4) of $504.2 \text{ HU} \pm 12.3$, for the internal carotid artery communicating segment (ACI C7) of $500.1 \text{ HU} \pm 11.9$ and an average of $455.9 \text{ HU} \pm 11.5$ for the Basilar artery.

Conclusion: The protocol whit a region of interest in the pulmonary trunk for the visualization of cerebral arteries was efficient to obtain diagnostic angiotomographic images since the parameters of arterial enhancement obtained with this protocol were greater than 300 HU in all the measured structures that make up the polygon of Willis, in the total of the patients submitted to the study.

Key words: Efficacy, angiotomography, pulmonary trunk.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES

Un aneurisma cerebral (también conocido como aneurisma intracraneal o intracerebral) es un punto débil o fino en un vaso sanguíneo cerebral que sobresale como un balón y se llena de sangre. El aneurisma saliente puede poner presión sobre un nervio o tejido cerebral circundante. También pueden perder o romperse, derramando sangre en el tejido circundante (llamado hemorragia). Algunos aneurismas cerebrales, particularmente los muy pequeños, no sangran o causan otros problemas. Los aneurismas cerebrales pueden producirse en cualquier lugar del cerebro, pero la mayoría está ubicada junto al bucle de arterias que pasan entre la parte inferior del cerebro y la base del cráneo. ⁽¹⁾

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en todo el mundo. Cada año mueren más personas por ECV que por cualquier otra causa.

Se calcula que en 2012 murieron por esta causa 17,5 millones de personas, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo. De estas muertes, 7,4 millones se debieron a la cardiopatía coronaria, y 6,7 millones, a los accidentes cerebro vasculares (ACV). ⁽²⁾

En España las EVC son una causa muy frecuente de morbilidad y hospitalización, constituyendo la segunda causa de muerte en la población general, y la primera en mujeres. Además, suponen un gasto sociosanitario muy elevado, que se estima va incrementarse en los próximos años debido al envejecimiento de nuestra población y a que el número de casos de ictus aumenta con la edad.

Los datos de la encuesta de morbilidad hospitalaria del Instituto Nacional de Estadística del año 2011 registraron 116.017 casos de ACV y 14.933 de isquemia cerebral transitoria, lo que correspondería a una incidencia de 252 y 32 episodios por cada 100.000 habitantes, respectivamente. ⁽³⁾

En América latina varía entre 35 y 183/100.000; en Colombia se informa una tasa de 88,9 por 100.000 habitantes, sin embargo, ese dato se duplica por encima de los 60 años de

edad; se desconoce el comportamiento en grupos específicos de población. ⁽⁴⁾

En el Perú los ACV ocuparon el séptimo lugar entre las principales causas de muerte por sexo con el 4.7% en el año 2014. ⁽⁵⁾ La tomografía computada (TC) es una tecnología para diagnóstico con imágenes. Utiliza un equipo de rayos X especial para crear imágenes transversales del cuerpo. Uno de sus estudios es la angiotomografía. ⁽⁶⁾

La angiotomografía utiliza un explorador de TC para producir imágenes detalladas de los vasos sanguíneos y tejidos de varias partes del cuerpo. Por lo general, se inyecta un material de contraste rico en yodo a través de un pequeño catéter colocado en una vena del brazo. Luego, mientras el contraste fluye a través de los vasos sanguíneos hacia varios órganos del cuerpo, se realiza una exploración por TC. Posteriormente, las imágenes son procesadas usando una computadora especial y un software, y son revisadas desde diferentes planos y proyecciones. La TC es usada para ayudar a diagnosticar y evaluar enfermedades de los vasos sanguíneos o condiciones relacionadas, tales como los aneurismas o bloqueos. ⁽⁷⁾

Los diversos equipos de TC en nuestro mercado tienen diferentes características técnicas según el año de fabricación, siendo los más modernos capaces de realizar exámenes tomográficos de gran valor diagnóstico. En algunas zonas de nuestro país la falta de presupuesto evita la renovación de dichos equipos, siendo los de mayor antigüedad los más limitados para realizar estudios angiotomográficos debido a su escasa resolución temporal (tiempo Postumbral). Esto ocasiona que algunos de los protocolos tomográficos estandarizados no sean aplicables, siendo un gran inconveniente en la obtención de imágenes diagnósticas.

Se mencionarán trabajos de investigación cuyos objetivos han sido ofrecer mas alternativas a los procedimientos de adquisición angiotomográfica y los cuales sirvieron de antecedentes para esta tesis.

En Japón el estudio “Angiografía Cerebral CT utilizando un pequeño volumen de material de contraste concentrado con un método de inyección de prueba: retardo óptimo

de exploración para el desempeño cuantitativo y cualitativo", tuvo como objetivo determinar el retardo óptimo de exploración cuantitativa y cualitativamente en la angiogramografía cerebral (CTA) con un método de inyección de prueba en el círculo de Willis (cW). Participaron 66 pacientes con sospecha de aneurisma intracraneal sin ruptura que fueron sometidos a CTA utilizando 40 ml de contraste de 370 mg de yodo ml⁻¹. Después del tiempo de llegada del medio de contraste a la cW (TcW), el retardo de búsqueda se fraccionó en tres grupos según TcW y tiempo de exploración (SD) que abarca desde la segunda vértebra cervical y cW de la siguiente manera: [(TcW + 6) -SD] en 21 pacientes (Grupo A); [(TcW + 8) -SD] en 23 pacientes (Grupo B); y [(TcW + 10) -SD] en 22 pacientes (Grupo C). Las imágenes de origen se usaron para evaluar la atenuación arterial y venosa. Un radiólogo midió los valores de atenuación arterial en siete puntos, incluidas la arteria carótida, la arteria cerebral y la arteria vértebrobasilar. Los ROI se colocaron en los siguientes puntos: 1. arteria vertebral distal; 2. arteria basilar distal; 3. arteria carótida interna (ICA) en el segmento piramidal; 4. ICA en el segmento cavernoso; 5. ICA en el segmento de comunicación; 6. arteria cerebral media (MCA); y 7. arteria cerebral anterior (ACA). Cuando un vaso de interés fue oscurecido por una calcificación densa intensa de la pared arterial o hipoplasia congénita, no se midieron los valores de atenuación de los segmentos del vaso afectado. Como índice de atenuación adecuada de la TC, se indicó una atenuación arterial superior a 300 HU en la arteria cervical. Por lo tanto, se seleccionaron valores superiores a 300 HU en la arteria cerebral como la atenuación óptima, y se contó el número de mediciones por debajo de 300 HU. Además, los valores de atenuación venosa se midieron en tres puntos: el seno recto, el seno sigmoide y el seno cavernoso. Se intentó colocar los ROI cerca del borde para poder trazar la luz venosa por completo, incluido cualquier medio de contraste depositado. Cada región objetivo de interés (ROI) varió de 1 a 4 mm. Para comparar la magnitud de las columnas de contraste entre estos tres grupos, la atenuación arterial media se calculó de ROI 1 a ROI 7 en el sistema arterial, y la atenuación venosa media se calculó de ROI 1 a ROI 3 en el sistema venoso. En los resultados se halló que la atenuación arterial media en los grupos B y C fue significativamente mayor que en el grupo A. La atenuación venosa promedio en el grupo C fue significativamente mayor

que en los grupos A y B. La mejoría arterial por encima de la cW mostró una diferencia significativa entre los grupos A y C, Asimismo, hubo una diferencia significativa de la superposición venosa entre los tres grupos, excepto en el caso de la cW entre los grupos B y C. se pudo concluir que el ajuste del retardo de la exploración de $[(TcW + 8) -SD]$ puede producir una mejor utilidad. ⁽⁸⁾

En Japón también el trabajo de investigación “Tiempo óptimo de exploración para la separación arteria-vena en la angiografía por TC de todo el cerebro utilizando un escáner de volumen de tomografía computada multidetector de 320 canales” tuvo como objetivo evaluar el momento óptimo para la exploración de la separación arteria-vena en la angiografía por TC (ATC) de todo el cerebro, cuando se utilizó el rastreo de bolo en la tomografía computada multidetector (TCMD) de 320 canales. Se analizaron 60 pacientes a los que se realizó ATC de cuatro dimensiones en todo el cerebro. Se calculó la diferencia en la atenuación de la TC entre la arteria carótida interna (ACI) y el seno sagital superior (Datt) en cada fase. Usando una puntuación de evaluación visual para la representación de arterias y venas, calculamos la diferencia entre la puntuación media para las arterias intracraneales y la puntuación media para las venas (puntuación D). Evaluamos el tiempo en el que se observaron simultáneamente la puntuación máxima D att y D. Los resultados arrojaron que el máximo D att se observó a los 6,0 s y 8,0 s en la fase arterial dominante y a los 16,0 s y 18,0 s en la fase venosa dominante después del tiempo de llegada de los medios de contraste en el ICA (Taa). La puntuación máxima D se observó a los 6,0 s y 8,0 s en la fase arterial dominante y a 16,0 s en la fase venosa dominante después de la T aa. No hubo diferencias estadísticamente significativas en D att ($p = 0.375$) o puntaje D ($p = 0.139$) entre estos tiempos de escaneo. En el presente estudio, el tiempo de transito fue de 5,7 s, lo que está de acuerdo con los hallazgos de un estudio previo sobre el tiempo de circulación cerebral calculado a partir de pacientes sin ninguna patología vascular. Se concluyó que el tiempo de exploración óptimo para la separación arteria-vena en la ATC de todo el cerebro fue 6.0 s o 8.0 s para las arterias y 16.0 s para las venas después de T aa. ⁽⁹⁾

El estudio “Reducción del volumen de material de contraste en la angiografía 3D del cerebro mediante TCMD” tuvo como objetivo investigar la calidad de imagen de la angiografía de TCMD del cerebro con un bajo volumen de material de contraste. Cien pacientes fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos, que difirieron con respecto al volumen del material de contraste y el bolo salino subsiguiente: al grupo A se le administraron 300 mg I / ml, 50 ml a una tasa de inyección de 3.0 ml / s seguido de un 20 - solución salina en solución salina a 3.0 ml / s; al grupo B se le administraron 300 mg I / mL, 100 mL a 3.0 mL / s. De 100 pacientes en total, 82 fueron analizados: 45 en el grupo A y 37 en el grupo B. La atenuación y visualización de las arterias intracraneales se compararon entre los dos grupos. Las regiones objetivas de interés (ROI) se dibujaron en todo el conjunto de datos: arteria carótida interna (ROI 1), arteria cerebral anterior (ROI 2), arteria cerebral media (ROI 3), arteria vertebral (ROI 4), arteria basilar (ROI 5) y la arteria cerebral posterior (ROI 6). Las diferencias se evaluaron con una prueba t de Student. Dos lectores evaluaron imágenes y clasificaron la delineación vascular de las arterias intracraneales por consenso. Sus resultados fueron: Ochenta y dos pacientes fueron investigados estrictamente de acuerdo con el protocolo del estudio y se incluyeron en la población por protocolo. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en la atenuación promedio ($p = 0.21$) y el análisis visual ($p = 0.84$). su protocolo de bajo volumen que utiliza un volumen de material de contraste de 50 ml a 3 ml / s puede corresponder a un protocolo de material de contraste que utiliza un volumen de contraste de 70 a 80 ml a 4 ml / s cuando se realiza en pacientes más pesados en América del Norte y Europa. Si nuestros resultados son aplicables a las poblaciones de pacientes más pesados se debe verificar en estudios futuros, en conclusión, cuando se realiza una angiografía 3D del cerebro con 16-MDCT, el uso de una solución salina de 20 ml permite la reducción del material de contraste de 100 ml a 50 ml si todos los demás factores no cambian.⁽¹⁰⁾

Por último, en Brasil el estudio “Angiografía pulmonar con 64-TCMD con 50 ml de material de contraste yodado en una población de pacientes no seleccionados: un protocolo factible” tuvo como objetivo proponer un protocolo para angiografía pulmonar

mediante tomografía computarizada multidetector de 64 canales (64-TCMD) con 50 ml de material de contraste yodado, en una población de pacientes no seleccionados, así como para evaluar el realce vascular y la calidad de la imagen. Evaluaron a 29 pacientes (22-86 años de edad). El índice de masa corporal varió de 19.0 kg / m² a 41.8 kg / m². Los pacientes fueron sometidos a una angiografía por TC pulmonar en un escáner de 64 TCMD, recibiendo 50 ml de material de contraste yodado a través del acceso venoso a una velocidad de 4,5 ml / s, sin umbral establecido o disparador automático para adquisición. Alternativamente, la adquisición se desencadenó cuando se observó que la vena cava superior estaba completamente llena de material de contraste. El retraso en la adquisición del escáner fue de 6-7 s, tiempo suficiente para la acumulación intravascular completa de material en el árbol arterial pulmonar. El seguimiento del bolo se aplicó en la vena cava superior. Dos radiólogos experimentados evaluaron la calidad de la imagen y la mejora vascular. En los resultados determinaron que la densidad promedio fue de 382 unidades Hounsfield (HU) para el tronco pulmonar; 379 y 377 HU para las arterias pulmonares principales derecha e izquierda, respectivamente; y 346 y 364 HU para las arterias pulmonares inferiores derecha e izquierda, respectivamente. En todos los pacientes, se analizaron las arterias subsegmentarias. Hubo artefactos de rayas de material de contraste en la vena cava superior en todos los pacientes. Sin embargo, esos artefactos no perjudicaron el análisis de la imagen. Como conclusión sus hallazgos sugieren que la angiografía pulmonar con 64-TCMD con 50 ml de contraste yodado puede producir imágenes de alta calidad en poblaciones de pacientes no seleccionados.
(11).

Notamos que los antecedentes tienen como objetivo en común ofrecer una alternativa más a los protocolos angiotomográficos estandarizados, lo cual da una base científica a este estudio. La clínica Good Hope, institución de salud que brinda atención especializada de forma privada, ubicada en el Malecón Balta N°956, distrito de Miraflores, en el centro de imágenes médicas en el área de tomografía, Lima, Perú, es el lugar donde se realizó este trabajo de investigación, preguntándonos ¿Es posible adaptar un protocolo de adquisición de arterias cerebrales para equipos de TC no adecuados,

limitados en resolución temporal? y ¿Será capaz el protocolo de brindar imágenes diagnosticables?

1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La angiografía cerebral a través de la TC, es un procedimiento no invasivo en el que se utiliza rayos X y medio de contraste endovenoso, para visualizar vasos sanguíneos del cuello o cerebro. Este procedimiento es utilizado para evaluar y diagnosticar enfermedades de los vasos sanguíneos o condiciones relacionadas, tales como aneurismas, vasculitis, bloqueos o estrechamiento de arterias cerebrales.⁽¹²⁾

En Perú, las enfermedades cerebrovasculares ocuparon el séptimo lugar entre las principales causas de mortalidad por sexo con el 4.7% en el año 2014⁽⁵⁾, es por ello la importancia de esta investigación ya que el estudio la angiotomografía de arterias cerebrales tiene como principal objetivo la evaluación y prevención de accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos; siendo éstas, a su vez, enfermedades mortales e incapacitantes.

Este trabajo busca ofrecer una alternativa para adquirir imágenes de arterias cerebrales mediante la tomografía computada, tratando de brindar más herramientas al profesional Tecnólogo Medico Radiólogo, al momento de evaluar el protocolo de adquisición que más se adecue a las capacidades del equipo de TC en el que será realizado dicho examen angiotomográfico.

Asimismo, este estudio nos permitiría fortalecer la competencia del profesional Tecnólogo Medico Radiólogo dentro del campo de la tomografía computada, para lo cual es necesario su constante actualización profesional para una buena comprensión de la técnica y un amplio conocimiento de la anatomía humana normal y patológica, para no traer defectos al momento de su manipulación y presentación que podrían inducir a errores diagnósticos en el análisis de las imágenes. Finalmente, la información que se obtenga en el presente estudio, servirá como antecedente y como base estadística para posteriores trabajos que tengan como propósito ahondar en el tema.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar la eficacia del protocolo de angiotomografía con región objetivo de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales en la clínica Good Hope, Lima-2018.

1.3.2 Objetivos específicos

- Calcular el tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar.
- Determinar el realce arterial de las estructuras vasculares del cerebro.
- Calcular el tiempo total de exploración del examen angiotomográfico.

1.4 BASES TEORICAS

1.4.1 Base teórica

ARTERIAS CEREBRALES

La principal fuente de aporte sanguíneo al cerebro procede de dos sistemas arteriales que reciben sangre de distintas arterias:

- Sistema arterial anterior (arterias carótidas internas): La circulación anterior la suministran las arterias carótidas internas que aportan el 70% de la irrigación cerebral (dos tercios anteriores de los hemisferios cerebrales).
- Sistema arterial posterior (arterias vertebrales): La circulación posterior o vértebrobasilar la proveen las arterias vertebrales que aporta el 30% de la irrigación cerebral (tercio posterior de los hemisferios cerebrales, gran parte de los tálamos, tronco encefálico y cerebelo).⁽¹³⁾

La arteria carótida interna es la arteria principal en la irrigación de los componentes del neurocráneo, cavidad orbitaria y contenidos del ojo, que se encuentra situada primero en el cuello; luego atraviesa de superior a inferior el espacio laterofaríngeo y después el

canal carotideo y el seno cavernoso, para terminar finalmente en la cavidad craneal.

Posee cuatro porciones:

- C1 porción cervical: Va desde la cuarta cervical hasta el agujero externo del canal carotídeo.
- C2 porción petrosa: Atraviesa por el canal carotídeo del hueso temporal.
- C3 porción lacerum: El segmento arteriolacilar, es un corto segmento que empieza por encima del foramen lacerum y termina en el ligamento petrolingual, una reflexión de periostio entre la línula y el proceso petroso del hueso esfenoides.
- C4 porción intracavernosa: Se dirige de manera superior y horizontal para dirigirse hacia anterior en forma horizontal en el interior del seno cavernoso en relación al nervio abductor. En la porción más anterior de él hace un giro para invertir completamente su dirección.
- C5 porción clinóidea: El segmento clinóideo, es otro corto segmento de la arteria carótida interna que empieza después de que la arteria salga del seno cavernoso en el anillo dural proximal y se extiende distalmente hasta el anillo dural distal, tras el cual la arteria carótida se considera 'intra-dural' y ha entrado en el espacio subaracnoideo.
- C6 porción supraclinóidea: Al atravesar el diafragma y sobrepasar los procesos clinóideos anteriores medial a ellos.
- C7 porción comunicante: El segmento comunicante, de la arteria carótida interna pasa entre los nervios ópticos y oculomotor hacia la sustancia perforada anterior en la extremidad medial de la fisura cerebral lateral. Angiográficamente, este segmento se extiende desde el origen de la arteria comunicante posterior hasta la bifurcación de la arteria carótida interna.

Por su parte, la arteria vertebral asciende medial y profunda a los músculos escalenos anteriores y a nivel de la sexta vértebra cervical se introducen en los agujeros transversos de las vértebras, para seguir escalando a través de ellos hasta la primera vértebra cervical.⁽¹⁴⁾

El polígono de Willis; detallado por Thomas Willis en el año 1664, presenta una

anatomía conocida y sistematizable. Se conoce como un circuito vascular que interconecta la porción supraclinoidea de ambas carótidas internas, el segmento horizontal (A1) de las arterias cerebrales anteriores y el segmento horizontal (P1) de las arterias cerebrales posteriores mediante la arteria comunicante anterior y las arterias comunicantes posteriores respectivamente.⁽¹⁵⁾

Los hemisferios cerebrales se encuentran irrigados a partir de tres troncos arteriales: arteria cerebral anterior, media y posterior. Estos troncos, a partir de ramas distales irrigan la corteza cerebral (ramas distales corticales) y el diencefalo, ganglios basales, cápsula interna y cuerpo calloso.

Arteria cerebral anterior (ACA): Es una rama de la carótida interna y se origina en el lugar donde ésta se divide en cerebral anterior y cerebral media. Se introduce por la cisura interhemisférica y rodea la rodilla del cuerpo calloso. En su recorrido da ramas corticales y profundas. Las ramas corticales irrigan la porción superior (convexidad) de la cara dorsal de los lóbulos frontales y parietales, la cara medial de los lóbulos frontales y parietales (a excepción del último tercio del parietal) y el cuerpo calloso. Las ramas profundas irrigan la cabeza del núcleo caudado, la rodilla de la capsula interna y parte del tálamo e hipotálamo (mediante la arteria de Heubner).

La ACA se clasifica en 3 segmentos, de modo que las ramas más pequeñas de las arterias «callosas» (supracallosas) se consideran los segmentos A4 y A5.

- A1: Este segmento se origina en la arteria carótida interna y se extiende a la arteria comunicante anterior del cerebro. También nacen de este segmento las arterias centrales anteromediales (o mediales lenticuloestriadas) al igual que la comunicante, que irriga el núcleo caudado y la rama anterior de la cápsula interna.
- A2: Este segmento se extiende desde la comunicante anterior hasta la bifurcación que forman las arterias pericallosa y calloso marginal. La arteria estriada medial distal o recurrente de Heubner (parte distal de la arteria estriada medial), que irriga la cápsula interna, normalmente nace al principio de este segmento, cerca de la arteria comunicante. 4 ramas nacen de este segmento:

La arteria orbitofrontal medial (o frontobasal medial): nace primero, a una pequeña distancia de la arteria comunicante.

la arteria del polo frontal: nace después de la orbitofrontal cerca de donde A2 se curva posteriormente sobre el cuerpo calloso. Podría originarse también desde la arteria callosa marginal.

- A3: También denominada arteria pericallosa, esta es una (o la única) rama terminal de la ACA, que se extiende posteriormente en el surco pericallosa para formar las arterias parietales internas (superior, inferior) y la arteria precuneal. Esta arteria puede formar una anastomosis con la arteria cerebral posterior. La arteria precuneal, que no presenta ramas, se distribuye hacia el precuneus inferior. Arteria callosa marginal: Una rama terminal de la ACA comúnmente presente, que se bifurca desde la arteria pericallosa. Esta arteria a su vez se ramifica en las arterias frontales mediales (anterior, intermedia, posterior) y la arteria paracentral, con las ramas del cíngulo naciendo a lo largo de su longitud. Dependiendo de variaciones anatómicas, la arteria callosa marginal puede ser desde nada discreta a invisible. En el último caso, las ramas mencionadas se originarán desde la arteria pericallosa. En un estudio de 76 hemisferios, la arteria estaba presente sólo en el 60% de los casos. Estudios angiográficos citan que el vaso puede verse el 67% o el 50% de las veces.⁽¹⁶⁾

Arteria cerebral media: es una rama de la carótida interna que se inicia en la bifurcación de división. Inmediatamente después de su origen se introduce en la cisura de Silvio y en la ínsula de Reil. En su trayecto se observan ramas corticales y profundas. Las primeras ramas surgen a lo largo de la cisura de Silvio para irrigar la corteza de la cara lateral y las segundas salen por los orificios del espacio perforado anterior y se dirigen a irrigar el Caudado (excepto su cabeza que la irriga la cerebral anterior), Tálamo (excepto su polo posterior), Pálido, Putamen, Claustro o Antemuro, Rodilla del brazo anterior de la cápsula interna, cápsula externa y cápsula extrema.

El trayecto de la arteria también puede dividirse en cuatro partes denominadas segmentos M1, M2, M3 y M4 respectivamente. El segmento M1 corresponde a la irrigación proximal, que va desde la bifurcación de la carótida interna. Forman parte de

ella las ramas arteriales lenticuloestriadas. M2 corresponde a la región insular, donde se bifurca en tronco superior e inferior; la parte distal está formada por M3 y M4, que corresponde a ambos troncos y ramas terminales de estos. ⁽¹⁷⁾

Arteria cerebral posterior: Se origina de la arteria basilar e irriga la parte posterior del lóbulo temporal y el lóbulo occipital por numerosas ramas terminales, algunas de estas ramas penetran, por medio de la cisura mediana, en la cara interna e irrigan la parte que no ha sido irrigada por la arteria cerebral anterior. ⁽¹⁴⁾

PATOLOGÍAS VASCULARES

La patofisiología exacta del desarrollo de los aneurismas es aún controversial. En contraste con los vasos sanguíneos extracraneales, hay una disminución de la elasticidad de la túnica media y adventicia de los vasos sanguíneos cerebrales, la media tiene menos músculo, la adventicia es delgada y la lámina elástica interna es más prominente. Esto, junto con el hecho de que los grandes vasos sanguíneos cerebrales se encuentran dentro del espacio subaracnoideo con un pequeño soporte de tejido conectivo, puede predisponer el desarrollo de los aneurismas. Los aneurismas tienden a surgir en áreas curvadas de alguna arteria principal, o en el ángulo entre la misma y una derivación importante de la arteria.

La etiología de los aneurismas puede ser:

- Ateroesclerótica o hipertensiva: Es presuntamente la principal etiología de la mayoría de los aneurismas saculares, probablemente interactuando con la predisposición genética.
- Predisposición genética (por ejemplo, un defecto en la capa muscular de la pared arterial).
- Embólica: como en un mixoma auricular.
- Infecciosa (también llamados “aneurismas micóticos”).
- Traumática.
- Asociada con otras condiciones.

Existen tres tipos de aneurisma cerebral:

- Aneurisma sacular es un saco de sangre redondeado o parecido a una bolsita que está unido por el cuello o pedúnculo a una arteria o rama de un vaso sanguíneo. También conocido como aneurisma "baya" (debido a que parece una baya colgando de una enredadera), esta forma común de aneurisma cerebral se encuentra típicamente en arterias en la base del cerebro.
- Aneurisma lateral aparece como un bulto sobre una pared del vaso sanguíneo.
- Aneurisma fusiforme está formado por el ensanchamiento de todas las paredes del vaso.

El tipo más común de aneurisma cerebral se denomina aneurisma sacular o baya, y representa un 90% de los aneurismas cerebrales. Se pueden presentar más de un aneurisma por vez. Los aneurismas también se clasifican por tamaño:

- Los aneurismas pequeños tienen menos de 11 milímetros de diámetro.
- Los aneurismas más grandes tienen de 11 a 25 milímetros.
- Los aneurismas gigantes tienen más de 25 milímetros de diámetro. ⁽¹⁸⁾

Aneurismas de la Arteria Cerebral Anterior

Los aneurismas de la porción distal de la arteria cerebral anterior se presentan generalmente en la bifurcación de las arterias pericallosas o calloso marginal. Los aneurismas localizados más distalmente generalmente son postraumáticos, infecciosos (micóticos) o secundario a tumor o émbolo. Estos aneurismas generalmente se asocian con hematoma intracerebral o hematoma subdural interhemisférico ya que el espacio subaracnoideo en este lugar es limitado. El tratamiento conservador de estos aneurismas generalmente se encuentra asociados a resultados pobres. Ya que tienen mayor incidencia de sangrado que los aneurismas no rotos de otras localizaciones. Estos aneurismas son frágiles y adherentes al cerebro, que predispone a ruptura intraoperatoria.

Aneurismas de la Arteria Comunicante Posterior

Pueden localizarse en la unión de la arteria cerebral posterior o más comúnmente en la unión con la carótida. Puede causar parálisis del tercer par craneal. El tratamiento es disección mediante microcirugía.

Aneurismas de la Arteria Cerebral Media

Estos aneurismas pueden ser tratados mediante tratamiento quirúrgico, en los siguientes abordajes:

- Abordaje trans-silviano mediante craniotomía pterional: Éste es el abordaje más común.
- Abordaje a través del giro temporal superior: Las ventajas son que minimiza la retracción cerebral y probablemente reduce el vasoespasma secundario a la manipulación de los vasos proximales. Las desventajas son que dificulta el control proximal y puede incrementar el riesgo de crisis convulsivas.

Aneurismas supraclinoideos

La arteria carótida sale del seno cavernoso y entra en el espacio subaracnoideo a través del llamado “anillo clinoideo”, dividiéndose en diversos segmentos.

Segmento oftálmico

Es la porción más grande, se encuentra entre el final de la arteria oftálmica y el origen de la arteria comunicante posterior. Los aneurismas de este segmento incluyen:

- Aneurismas de la arteria oftálmica: Se proyectan dorsal o dorsomedial a la porción lateral del nervio óptico. Su presentación clínica es de 45% hemorragia subaracnoidea y 45% como defectos del campo visual.
- Aneurismas de la arteria hipofisiaria superior: Se puede originar medial a la arteria carótida interna, se pueden dividir en para clinoideo y supraselar.

Aneurismas de la circulación posterior

Aneurismas de la arteria Vertebral. Los aneurismas traumáticos (conocidos como aneurismas disecantes) son los más comunes.

Aneurismas de la unión vértebrobasilar

Los aneurismas saculares localizados donde ambas arterias Basilar (aneurismas de la fenestración Basilar).

Aneurismas de la bifurcación Basilar

La presentación de hemorragia subaracnoidea es indistinguible de la hemorragia subaracnoidea secundaria a ruptura de un aneurisma de la circulación anterior. El aumento de tamaño de estos aneurismas raramente comprime el quiasma óptico, en ocasiones puede causar parálisis del nervio oculomotor. ⁽¹⁹⁾

TRONCO PULMONAR

El tronco pulmonar, también conocido como arteria pulmonar o tronco de las pulmonares (TA: truncuspulmonalis, arteria pulmonalis) es la arteria por la cual la sangre pasa del ventrículo derecho a los pulmones, para ser oxigenada a través de la barrera alvéolo capilar en un proceso conocido como hematosis. Las arterias pulmonares son las únicas arterias del cuerpo que conducen sangre poco oxigenada hacia un tejido, en este caso, el parénquima pulmonar. Para ello, atraviesa la válvula pulmonar, a la salida del ventrículo derecho. A nivel del cayado de la aorta, la arteria pulmonar se divide en una rama derecha y otra izquierda, una para cada pulmón, que discurren junto al bronquio respectivo, penetrando al pulmón a nivel del hilio pulmonar, para dividirse luego en ramas cada vez más finas. ⁽²⁰⁾

Un realce adecuado de contraste en el tronco pulmonar se da entre los 6 a 7 segundos. ⁽¹³⁾

TOMOGRAFÍA COMPUTADA

El término “tomografía computada” (TC), se refiere a un procedimiento computarizado de imágenes por rayos X en el que se proyecta un haz angosto de rayos X a un paciente y se gira rápidamente alrededor del cuerpo, produciendo señales que son procesadas por la computadora de la máquina para generar imágenes transversales o “cortes” del cuerpo. Estos cortes se llaman imágenes tomográficas y contienen información más detallada que los rayos X convencionales. Una vez que la computadora de la máquina recolecta varios cortes sucesivos, se pueden “apilar” digitalmente para formar una imagen tridimensional del paciente que permita más fácilmente la identificación y ubicación de las estructuras básicas, así como de

posibles tumores o anormalidades.

A diferencia de una radiografía convencional que utiliza un tubo fijo de rayos X un escáner de TC utiliza una fuente motorizada de rayos X que gira alrededor de una abertura circular de una estructura en forma de dona llamada *Gantry*. Durante un escaneo por TC, el paciente permanece recostado en una cama que se mueve lentamente a través del *Gantry*, mientras que el tubo de rayos X gira alrededor del paciente, disparando haces angostos de rayos X a través del cuerpo. En lugar de una película, los escáneres de TC utilizan detectores digitales especiales de rayos X, localizados directamente al lado opuesto de la fuente de rayos X. Cuando los rayos X salen del paciente, son captados por los detectores y transmitidos a una computadora. ⁽²¹⁾ Esta computadora transforma la escala de atenuación de rayos X en una nueva escala la escala de Unidades Hounsfield ('escala Hounsfield' o 'escala de números TC') nombrada en honor del ingeniero y Premio Nobel de Fisiología o Medicina inglés Sir Godfrey Newbold Hounsfield, es una escala cuantitativa utilizada en los estudios de tomografía axial computarizada para describir los diferentes niveles de radiodensidad de los tejidos humanos. La escala de Unidades Hounsfield (símbolo HU del inglés 'Hounsfield Units') es el resultado de la transformación de la escala de coeficientes de atenuación lineal de rayos X en una nueva escala en la cual el valor de atenuación del agua destilada en condiciones normales de presión y temperatura se define como 0 unidades de Hounsfield (HU), mientras que la radiodensidad del aire en Condiciones Normales de Presión y Temperatura (CNPT) se define como -1000 HU, extendiéndose más allá de las 1000 HU asignadas al nivel de absorción del hueso compacto. Aunque teóricamente la escala Hounsfield es una escala abierta, lo cierto es que en el ámbito del diagnóstico por imagen se ha establecido un rango de valores útiles que abarca desde -1024 HU hasta 3071 HU; estos 4096 niveles de gris pueden representarse mediante un número de 12 bits ($2^{12} = 4096$). Debido a que la percepción humana solo permite distinguir a simple vista un máximo de 32 niveles diferenciados de gris, los valores absolutos registrados por el sistema de rayos X suelen explorarse mediante la generación matemática de ventanas. Una ventana es el resultado de transportar linealmente los valores de un rango de densidades de la escala Hounsfield (12 bits y 4096 niveles) para

ser representados en una escala de grises de 32 niveles (5 bits).

La exploración mediante ventanas permite diferenciar con gran claridad estructuras que poseen una pequeña diferencia expresada en HU. ⁽²²⁾ Cada vez que la fuente de rayos X completa toda una rotación, la computadora de TC utiliza técnicas matemáticas sofisticadas para construir un corte de imagen 2D del paciente. El grosor del tejido representado en cada corte de imagen puede variar dependiendo de la máquina de TC utilizada, pero por lo general varía de 1-10 milímetros. Cuando se completa todo un corte, se almacena la imagen y la cama motorizada se mueve incrementalmente hacia adelante en el *Gantry*. El proceso de escaneo por rayos X se repite para producir otro corte de imagen. Este proceso continúa hasta que se recolecta el número deseado de cortes. La computadora puede desplegar las imágenes de los cortes en formas individuales o amontonadas, para generar una imagen en tres dimensiones del paciente que muestre el esqueleto, los órganos y los tejidos, así como cualquier anomalía que el médico esté tratando de identificar. Este método tiene muchas ventajas, incluyendo la capacidad de rotar la imagen tres dimensiones en el espacio o ver los cortes en sucesión, haciendo más fácil encontrar el lugar exacto donde se puede localizar un problema. ⁽²¹⁾

TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE CEREBRO

La TC utiliza un equipamiento especial con un tubo de Rayos X que permite obtener imágenes del área a explorar (en este caso la cabeza) desde diferentes ángulos y con ellos elabora imágenes axiales. La TC provee información detallada de: sangrados, lesiones cerebrales y fracturas del cráneo; sangrados causados por rupturas o fisuras de aneurismas en un paciente con dolores de cabeza repentinos; un coágulo de sangre o una sangrada dentro del cerebro; tumores cerebrales; ventrículos agrandados en pacientes con hidrocefalia; y malformaciones cerebrales. La exploración también se utiliza para: evaluar en qué medida se encuentra dañado el hueso y el tejido blando en pacientes con traumatismo facial y planificar la cirugía; determinar si la inflamación u otros cambios están presentes en los senos paranasales; planeamiento de radioterapia para cáncer; y orientar el paso de la aguja utilizada para obtener una biopsia del cerebro craneales como infartos, tumores, y otras lesiones cerebrales que no puede ser

obtenida con los estudios radiológicos convencionales. Permite valorar el hueso, partes blandas y vasos sanguíneos en el mismo estudio.

Para conseguir el máximo contraste entre la sustancia blanca y la gris en el cerebro, es necesario seleccionar una ventana de visualización adecuada porque los valores de densidad apenas difieren. La ventana de cerebro debe ser muy estrecha (80 – 100HU: alto contraste) y el centro debe situarse próximo a la densidad media del tejido cerebral (35HU) para demostrar estas pequeñas diferencias, donde puede observarse cualquier imagen hiperdensa o hipodensa que están fuera de lo normal, como los diversos hematomas, hemorragias o masas craneales o intracraneales. Con estos ajustes resulta imposible examinar el cráneo, pues todas las estructuras con densidad superior a 75 – 85HU aparecen en blanco. La ventana de hueso deberá, por tanto, tener un centro mucho más alto, sobre +300HU y una anchura suficiente, de más o menos 1500HU. Las fracturas y tumores óseos se observan propiamente en la ventana ósea. Por otro lado, el cerebro es prácticamente invisible en ventana ósea y no se detectan metástasis cerebrales de pequeño tamaño. Debemos tener siempre presentes estos aspectos técnicos, sobre todo porque las imágenes no se fotografían habitualmente en cada tipo de ventana, lo cual implica que se deba revisar adecuadamente las imágenes en la pantalla. ⁽²³⁾

ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTADA

La red de arterias, capilares y venas por las cuales circula la sangre en el cuerpo pueden presentar anomalías en su conformación o bien participar en la irrigación de diferentes lesiones. Existen diferentes maneras de efectuar estudios para visualizar este sistema vascular y poder realizar un correcto diagnóstico en el caso de presentarse una anomalía. ⁽²⁴⁾ La angiografía es un examen médico apenas invasivo que contribuye al diagnóstico y tratamiento de patologías. Utiliza una de las tres técnicas de diagnóstico por imágenes y, en la mayoría de casos, se necesita una inyección de material de contraste para producir imágenes de los principales vasos sanguíneos del cuerpo.

La angiografía por tomografía computada (ATC) utiliza una inyección de material de contraste enriquecido con yodo y la tomografía computarizada para ayudar a precisar y

evaluar enfermedades de los vasos sanguíneos o condiciones relacionadas, tales como los aneurismas o bloqueos. La ATC maneja un explorador de TC para promover imágenes detalladas de los vasos sanguíneos y tejidos de varias partes del cuerpo. Por lo general, se inyecta un material de contraste rico en yodo “tinta” a través de un pequeño catéter colocado en una vena del brazo. Luego, mientras el contraste fluye a través de los vasos sanguíneos hacia varios órganos del cuerpo se realiza una exploración por TC, pudiendo efectuarse en: cerebro, cuello, corazón, abdomen, pelvis, etc. Luego de ello, las imágenes son procesadas usando una computadora especial y un programa, y son revisadas desde diferentes planos y proyecciones. ⁽²⁵⁾

ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTADA CEREBRAL

Para efectos del presente estudio se tomará en cuenta el cerebro. La angi tomografía cerebral se refiere a la opacificación de los vasos cerebrales en un examen volumétrico de TC helicoidal ejecutada tras la inyección de un bolo de contraste iodado optimizado en el tiempo. ⁽²⁶⁾

Antes, o incluso el mismo día del procedimiento, se le podría pedir que complete un cuestionario para preservar su seguridad durante el procedimiento. Antes del procedimiento, una enfermera, o un tecnólogo, insertará un catéter intravenoso (IV) dentro de una vena, generalmente, de la mano o del brazo. En muy raros casos, se sacará una pequeña cantidad de sangre a través del catéter, o pinchando un dedo, para analizar el funcionamiento de sus riñones. ⁽²⁷⁾

TASA DE FILTRACION GLOMERULAR

La tasa o índice de filtración glomerular (TFG) es el volumen de fluido filtrado por unidad de tiempo desde los capilares glomerulares renales hacia el interior de la cápsula de Bowman.1 Normalmente se mide en mililitros por minuto (ml/min). En la clínica, este índice es usualmente empleado para medir la función renal a nivel de glomérulo.

La tasa o índice de filtrado glomerular o presión efectiva de filtración es la fuerza física y neta que produce el transporte de agua y de solutos a través de la membrana glomerular. Esta fase depende de:

- La presión hidrostática del capilar glomerular.
- La presión hidrostática a nivel de la cápsula de Bowman.
- La presión oncótica a nivel capilar glomerular.

Existen diferentes técnicas para calcular o estimar la tasa de filtración glomerular, estas técnicas en general hacen uso de una sustancia endógena o añadida que filtra casi completamente a nivel glomerular y que luego casi no es reabsorbida ni excretada a nivel tubular.

Medida empleando inulina

La TFG puede determinarse inyectando inulina en el plasma sanguíneo. Como la inulina no es reabsorbida ni secretada por el sistema de túbulos después de haber sido filtrada a nivel glomerular, su ritmo de excreción es directamente proporcional a la tasa de filtración de agua y solutos a través del glomérulo. Aunque en la mayoría de los casos la inulina resulta inocua, posee un pequeño riesgo de desencadenar una reacción alérgica. Además, siempre existe el riesgo de contaminación durante la manipulación, lo que, sumado al hecho de aplicarse en general sobre pacientes con un cierto grado de compromiso renal, añade riesgos que no son compensados por la exactitud de la técnica.

Estimación por medido del índice de evacuación de creatinina

A pesar de que el método de medición empleando inulina es considerado el "patrón de oro" para medir el TFG, en clínica práctica, es mucho más común utilizar el ritmo de evacuación de creatinina para estimar el TFG. La creatinina es una molécula endógena que aparece en el cuerpo como producto de la degradación de la creatina (un compuesto de alta energía) en los músculos, y posee una tasa de excreción notablemente constante a lo largo del día para cada paciente. La ventaja de esta técnica es que al ser la creatinina un producto endógeno, no requiere introducir en el organismo del paciente una sustancia extraña.

La creatinina es libremente filtrada a nivel glomerular, aunque a diferencia de la inulina, también es secretada en pequeñas cantidades por los túbulos renales. Estas características hacen que, aunque no exacta, la medida empleando el índice de evacuación de creatinina sea una buena aproximación de la TFG. Esta estimación puede ser mejorada visualizando y evaluando la frecuencia y duración de cada micción.

Ejemplo: Una persona tiene una concentración en plasma de creatinina de 0,01 mg/ml y en una hora excreta 75 mg de creatinina en la orina. El TFG se calcula como M/P (dónde M es la masa de creatinina excretada por unidad de tiempo y P es la concentración en plasma de creatinina).⁽²⁸⁾

$$TFG = \frac{75 \text{ mg}/60 \text{ minutos}}{0.01 \text{ mg/ml}}$$

$$TFG = \frac{1.25 \text{ mg}/1\text{minuto}}{0.01 \text{ mg/ml}}$$

$$\boxed{TFG = 125 \text{ ml/minuto}}$$

Existen 2 fórmulas muy comunes para estimar la tasa de Filtrado Glomerular (cantidad de sangre que pasa por el riñón y es filtrada por minuto) más cercana a la TFG real de los riñones, empleando únicamente la concentración de creatinina sanguínea.

Estimación usando la fórmula Cockcroft-Gault

La fórmula Cockcroft-Gault puede emplearse para estimar el aclaramiento de creatinina, que a su vez estima la TFG

$$TFG = \frac{(140 - \text{Edad}) \times \text{Peso}(kg)}{72 \times \text{Cr en sangre}(mg/dl)} \times 0.85(\text{si es mujer})$$

Ejemplo:

Una paciente de 30 años de edad, con un peso de 50 kg y una creatinina en sangre de 0.7 mg/dl, se calcularía su TFG de la siguiente forma:

$$TFG = \frac{(140 - 30) \times 50kg}{72 \times 0.7mg/dl} \times 0.85$$

$$TFG = 96 \text{ ml/minuto}$$

Formula modification of diet in renal disease

La Fórmula *modification of diet in renal disease* (MDRD) estima la TFG usando los niveles de creatinina en plasma y la edad. En esta fórmula se utilizan multiplicadores para ajustar la mejor estimación de acuerdo a la raza y el género.

$$TFG = 186 \times Cr \text{ en sangre}^{-1.154} \times Edad^{-0.203} \times 1.21(\text{si es de raza negra}) \times 0.742(\text{si es mujer})$$

Empleando el ejemplo de arriba y considerando que la paciente femenina no es de raza negra, tendremos:

$$TFG = 186 \times 0.7^{-1.154} \times 30^{-0.203} \times 0.742$$

$$TFG = 104 \text{ ml/minuto}$$

Se puede observar entonces que correlación entre una TFG y la otra empleando ambas fórmulas arrojan resultados muy similares entre sí.

Para el Filtrado Glomerular, valores normales se consideran:

- Hombres: 97 a 137 mL/min o (1.65 a 2.33 mL/s)
- Mujeres: 88 a 128 mL/min o (14.96 a 2.18 mL/s)⁽²⁹⁾

CREATININA

La creatinina es un compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina (que es un nutriente útil para los músculos). Se trata de un producto de desecho del metabolismo normal de los músculos que habitualmente produce el cuerpo en una tasa muy constante y que normalmente filtran los riñones excretándola en la orina. La medición de la creatinina es el modo más simple de monitorizar la correcta función de los riñones.

Uso en diagnóstico

Medir la creatinina del suero es una prueba simple y es el indicador más común de la función renal. Un aumento en los niveles de creatinina de la sangre solamente es observada cuando hay un marcado daño en las nefronas. Por lo tanto, esta prueba no es conveniente para detectar estados tempranos de enfermedad del riñón. Una mejor

valoración de la función del riñón es la prueba de aclaramiento de creatinina. La separación de creatinina puede ser calculada con precisión usando la concentración de la creatinina del suero. Según lo sugerido por la National Diabetes Association se debe complementar esta prueba con una recolección de orina de menos de 24 horas. Algunos laboratorios calcularán la prueba de aclaramiento de creatinina si está escrito en la forma de solicitud de la patología.

Interpretación

En los Estados Unidos, los niveles de creatinina son típicamente expresados en mg/dL, mientras que en Canadá y Europa puede ser usado $\mu\text{mol/litro}$ [μM]. 1 mg/dL de creatinina son 88.4 $\mu\text{mol/L}$. El típico rango de referencia para las mujeres es estimado de 0,6 a 1,1 mg/dL (cerca de 45 a 90 $\mu\text{mol/l}$), para los hombres es de 0,8 a 1,3 mg/dL (60 a 110 $\mu\text{mol/l}$). La concentración de creatinina en la circulación sanguínea depende de la masa muscular además de la función renal. Por ello, mientras una concentración de 2,0 mg/dL (150 $\mu\text{mol/l}$) de creatinina en el suero puede indicar una función normal del riñón en un fisicoculturista masculino, una creatinina del suero de 0,7 mg/dl (60 $\mu\text{mol/l}$) puede indicar una enfermedad renal en una mujer anciana. ⁽³⁰⁾

PRESION ARTERIAL

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias. Cada vez que el corazón late, bombea sangre hacia las arterias, que es cuando su presión es más alta. A esto se le llama presión sistólica. Cuando su corazón está en reposo entre un latido y otro, la presión sanguínea disminuye. A esto se le llama la presión diastólica. En la lectura de la presión arterial se utilizan ambos números, la presión sistólica y diastólica. En general, la presión sistólica se menciona primero o encima de la diastólica.

Una lectura con valores de:

- 119/79 o menos es considerada presión arterial normal
- 140/90 o más se considera hipertensión arterial
- Entre 120 y 139 para el número más elevado, o entre 80 y 89 para el número más bajo es prehipertensión. La prehipertensión significa que puede desarrollar presión arterial alta, a menos que tome medidas.

La hipertensión arterial no suele tener síntomas, pero puede causar problemas serios como derrames cerebrales, insuficiencia cardiaca, infarto e insuficiencia renal. ⁽³¹⁾

HEMOGLOBINA

La hemoglobina es una hemoproteína de la sangre, de masa molecular de 64 000 g/mol (64 kDa), de color rojo característico, que transporta el dioxígeno (antiguamente llamado oxígeno), O₂, desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, el dióxido de carbono, CO₂, desde los tejidos hasta los pulmones que lo eliminan y también participa en la regulación de pH de la sangre, en vertebrados y algunos invertebrados.

La hemoglobina es una proteína de estructura cuaternaria, que consta de cuatro subunidades. Esta proteína forma parte de la familia de las hemoproteínas, ya que posee 1 grupo hemo en cada subunidad. La forman cuatro cadenas polipeptídicas (globinas) a cada una de las cuales se une un grupo hemo, cuyo átomo de hierro es capaz de unir de forma reversible una molécula de dioxígeno. El grupo hemo está formado por:

1. Unión del succinil-CoA (formado en ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico) al aminoácido glicina formando un grupo pirrol.
2. Cuatro grupos pirrol se unen formando la protoporfirina IX.
3. La protoporfirina IX se une a un ion ferroso (Fe²⁺) formando el grupo hemo.

Todas las condiciones fisiológicas y clínicas asociadas con falta de dioxígeno estimulan la producción de 2,3-DPG en los eritrocitos, lo cual resulta en un aumento de liberación de dioxígeno de la hemoglobina. Hipoxia: en un estado hipóxico, la concentración de 2,3-DPG en las células rojas es elevada, debido a un aumento en la glucólisis. Este es un ejemplo de la adaptación a la hipoxia por parte del cuerpo. Anemia: es una condición clínica asociada con una disminución del nivel de hemoglobina en la sangre. Esto genera un suministro pobre de dioxígeno a los tejidos. En la anemia, la concentración de 2,3-DPG en las células rojas es elevada, aumentando la liberación de dioxígeno. Adaptación a altura: las personas que viven en regiones gran altitud, donde la concentración de dioxígeno es baja, el cuerpo realiza varios cambios fisiológicos para adaptarse a estas

condiciones. Estos cambios incluyen hiperventilación, policitemia y un aumento en la producción de 2,3-DPG en los eritrocitos.

Tipos de hemoglobina

- Hemoglobina A o HbA, también llamada hemoglobina del adulto o hemoglobina normal, representa aproximadamente el 97 % de la hemoglobina en el adulto. Está formada por dos globinas alfa y dos globinas beta.
- Hemoglobina A2: representa menos del 2,5 % de la hemoglobina después del nacimiento. Está formada por dos globinas alfa y dos globinas delta. Sufre un aumento marcado en la beta-talasemia, al no poderse sintetizar globinas beta.
- Hemoglobina S: hemoglobina alterada genéticamente y presente en la anemia de células falciformes. Afecta predominantemente a la población afroamericana y amerindia.
- Hemoglobina F: hemoglobina fetal: formada por dos globinas alfa y dos globinas gamma. Tras el nacimiento desciende la síntesis de globinas gamma y aumenta la producción de globinas beta.
- Oxihemoglobina: representa la hemoglobina que posee unido dioxígeno (Hb+O₂)
- Metahemoglobina: hemoglobina cuyo grupo hemo tiene el hierro en estado férrico, Fe(III) (es decir, oxidado). Este tipo de hemoglobina no puede unir dioxígeno. Se produce por una enfermedad congénita en la cual hay deficiencia de metahemoglobina reductasa, enzima encargada de mantener el hierro como Fe(II). La metahemoglobina también se puede producir por intoxicación de nitritos.
- Carbaminohemoglobina: se refiere a la hemoglobina que ha unido dióxido de carbono, CO₂, después del intercambio gaseoso entre los glóbulos rojos y los tejidos (Hb+CO₂).
- Carboxihemoglobina: hemoglobina resultante de la unión con el monóxido de carbono, CO. Es letal en grandes concentraciones (40 %). El CO presenta una afinidad 210 veces mayor que el dioxígeno por la hemoglobina, por lo que

desplaza a éste fácilmente y produce hipoxia tisular, pero con una coloración cutánea normal (produce coloración sanguínea fuertemente roja) (Hb+CO).

- Hemoglobina glucosilada: aunque se encuentra normalmente presente en sangre en baja cantidad, en patologías como la diabetes se ve aumentada. Es el resultado de la unión de la hemoglobina con glucosa u otros carbohidratos libres.

Los valores de referencia varían de acuerdo a cada laboratorio clínico y por eso se especifican al solicitar la prueba. Dependen de la ubicación del mismo, específicamente de la altitud, de la calidad de las técnicas usadas.

- Mujer: 12,1 g/dL
- Hombre: 13,8 g/dL⁽³²⁾

Si el paciente tiene antecedentes de enfermedad diabética, se debe ver los niveles de glucosa sobre todo por la posibilidad de sufrir una nefropatía diabética; el rango de valores normales está entre los 70 – 110mg/dl.⁽²³⁾

El material de contraste puede administrarse a través de una vena (IV) en su mano o su antebrazo. Si se utiliza material de contraste, se le puede pedir que no coma ni beba nada de 4 a 6 horas antes de la prueba.

Hágale saber al personal de atención médica si ha tenido alguna vez una reacción al medio de contraste. Usted puede tener que tomar medicamentos antes de la prueba para recibirlo de manera segura.

Antes de recibir el medio de contraste, dígame al personal de atención medica si toma la medicación para la diabetes metformina (Glucophage). Puede que tenga que tomar precauciones extra. El medio de contraste puede empeorar problemas de la función renal en personas con riñones que funcionan mal. Hable con el personal de atención médica si usted tiene un historial de problemas renales.

Se le pedirá que se quite las joyas y que se ponga una bata de hospital durante el estudio.⁽³³⁾

Una bomba de inyección automática conectada a la línea IV inyectará material de contraste a una velocidad controlada. La mejora arterial ideal es ofrecida por un flujo de yodo evaluable en aproximadamente 1,5-2,0 g/s de yodo. El uso de alta concentración de medio de contraste permite obtener los mismos flujos de yodo con flujos de inyección

más lentos. Si, por ejemplo, queremos obtener 1,5 g de iodo por segundo tenemos que inyectar un contraste con una concentración de 400 mgI / 100 ml a 3.8 ml /s y un contraste con 350 mgI a 4.3 ml / s. ⁽³⁴⁾

TECNICAS DE ADMINISTRACION INTRAVENOSA

Los medios de contraste para la TC se administran principalmente por vía intravenosa o vía oral. Dependiendo del tipo de estudio que se realice, se decidirá qué tipos de contraste se van a utilizar, la cantidad, la forma y la velocidad de la administración, y la sincronización con la realización del estudio.

Vía intravenosa

La vía intravenosa es la forma más habitual de administrar los medios de contraste yodados. La técnica de la obtención de una vía intravenosa excede el propósito de este capítulo, pero si hay que tener en cuenta algunas consideraciones.

Las vías venosas periféricas deben tener unos calibres adecuados para administrar el contraste a las velocidades deseadas. Los calibres de las agujas se miden en gauges (G): a mayor G, menor calibre. Se suelen recomendar calibres de 20 G para infusiones de 3ml/s y de 18 G para superiores a 5ml/s. Si solo se dispone de una vía de menor calibre, 22 G, es preferible no sobrepasar los 2 ml/s.

El lugar de la vía periférica también condiciona la velocidad de administración. Cuanto más periférico, menor flujo de inyección es preferible limitar el flujo a 2ml/s; si el estudio requiere flujos de 3ml/s o superiores, es recomendable obtener otra vía intravenosa.

En algunos casos la administración se puede realizar por vías venosas centrales. Los catéteres venosos de inserción periférica habitualmente no toleran los flujos necesarios para la administración de medios de contraste, aunque existen algunos modelos que sí, y se indica en el extremo distal. Tanto los catéteres venosos centrales tunelizados como los no tunelizados suelen tener calibres mayores y permiten los flujos adecuados. Por el contrario, los reservorios subcutáneos no suelen permitir flujos mayores a 2ml/s debido a la necesidad de pincharlos con agujas curvas de pequeño calibre. El uso de las vías centrales para la administración de contraste depende también de los protocolos de los

diferentes centros, y se permite en unos y no en otros. Los catéteres de hemodiálisis nunca deben utilizarse para la administración de medio de contraste. Si existen dudas con el tipo de catéter es preferible no utilizarlo y coger una vía periférica.

La administración de contraste por un catéter no debe darse con la administración de fármacos. Si se utiliza el mismo catéter hay que suspender temporalmente la administración de fármacos hasta que finalice el paso del contraste, administrando suero antes y después para evitar mezclar ambas soluciones. Si no es posible suspenderlo, es preferible obtener otra vía venosa de acceso para el contraste.

Forma de administración

El contraste suele administrarse con inyector, así se consiguen flujos reproducibles y se pueden modificar cantidades y flujos dependiendo del tipo de estudio y del paciente. Algunos modelos tienen una segunda bomba que permite administrar suero. Los estudios que solo valoran el realce tardío (por ejemplo, la TC craneal para el estudio de una lesión focal cerebral) pueden hacerse administrándose en contraste de forma manual con una jeringa.

La administración de suero posterior a la de contraste suele ser recomendable en los estudios en los que se sincroniza la administración del fármaco con la realización de la TC. Esto es así porque se compacta el bolo de contraste, evita que una parte de este se quede en el sistema venoso sin alcanzar el corazón y disminuye los posibles efectos locales del fármaco hipertónico en las venas. Es muy importante evitar que se introduzca aire en el sistema que lleva el contraste desde el inyector hasta la cánula o catéter insertado en el paciente. Esto puede ocurrir por el manejo incorrecto del contraste o de las posibles conexiones entre el inyector y el paciente. Pequeñas cantidades de émbolos aéreos pueden ser absorbidas por el cuerpo y ser asintomáticas. En el caso de un embolo de gran tamaño puede provocar, sobre todo, daños neurológicos permanentes.

Fases de realce

El contraste yodado tiene una distribución extracelular. Tras pasar por las venas y alcanzar el corazón, se distribuye por el sistema arterial hasta llegar a los diferentes órganos y tejidos. Aquí pasa al espacio intersticial y al sistema venoso. El contraste recircula, estableciéndose un equilibrio entre los espacios vascular e intersticial mientras

es eliminado por el riñón, esta distribución inicial del contraste permite diferenciar tres fases, que son de utilidad diagnóstica: fase de bolo, fase de no equilibrio y fase de equilibrio.

- 1- Fase de bolo. También llamada fase arterial, se produce cuando la mayoría del contraste se encuentra en el árbol arterial. Se caracteriza por la existencia de una diferencia de 30 HU entre la aorta y la vena cava inferior. El contraste aún no ha alcanzado el sistema venoso.
- 2- Fase de no equilibrio. También llamada fase portal o venosa, se produce a continuación de la fase anterior y existe una diferencia de 10-30 HU entre la aorta y la vena cava inferior. Las arterias están opacificadas y, en menor medida, también lo están las venas y los órganos. Suele producirse aproximadamente a partir de los 60 segundos de la administración de contraste.
- 3- Fase de equilibrio. También llamada fase de retraso, suele producirse a los 120 segundos de la administración del contraste prácticamente no hay diferencia entre las diferentes estructuras vasculares. El contraste se está eliminando por los riñones y está repletando el sistema excretor.

Las tres fases son consecutivas y la fase de equilibrio se mantiene hasta la eliminación del contraste. El tiempo entre inyección de contraste y la realización del estudio de TC se denomina tiempo de retraso. En la literatura existen muchas denominaciones o subclasificaciones de estas tres fases, y hacen referencia a la estructura que principalmente es realzada y al tiempo de retraso aproximado en el que se produce.

Factores técnicos

Estos factores corresponden al volumen y tipo de contraste administrado, a la velocidad y a la duración de la administración.

- Volumen de contraste. A medida que aumenta el volumen de contraste, aumenta el tiempo en alcanzar el pico de realce arterial y hepático, y aumenta el realce. (Fig 1; anexo 8).
- Tipo de contraste. Las preparaciones de los contrastes pueden estar más o menos diluidas, de forma que un mismo contraste se puede encontrar en unas

concentraciones diferentes, por ejemplo, a 270mgI/dl, 300mgI/dl y 320mgI/dl. Con volúmenes iguales, a mayor concentración de yodo del contraste se consigue mayor realce. Si se administra la misma cantidad de yodo total (concentración de yodo x volumen inyectado), por ejemplo 140 ml de contraste a 300mgI/dl y 120 ml de contraste a 350mgI/dl, el pico de realce aórtico es mayor y más temprano en los de mayor concentración, no afectando el realce hepático. (fig 2 y 3; anexo 8).

- Velocidad de inyección. A mayor velocidad de inyección, más rápidamente se obtiene un realce tanto arterial como hepático y menor es el tiempo de retraso que se necesita. (figs. 4 y 5; anexo 8). Puede realizarse a una velocidad (unifásica) o bien a diferentes velocidades (multifásica). Esto último se realiza para alcanzar un pico de realce y mantenerlo en el tiempo hasta que pueda completarse el estudio (fig 6; anexo 8), sobre todo en estudios que requieren mucho tiempo para completarse (por ejemplo, en TC secuenciales o bien en estudios arteriales en TCMD de miembros inferiores); sin embargo, en la mayoría de aplicaciones clínicas solo es necesaria la inyección a una velocidad constante.

Factores relacionados con el paciente

Hay dos factores importantes en el realce del contraste sobre los órganos, que son el peso del paciente y la función cardiaca.

- Peso del paciente. Es inverso a la magnitud de realce que produce el contraste (fig7; anexo 8). Esto se debe a que el contraste se distribuye por un volumen mayor, disminuyendo su concentración en los tejidos. Por ello, en pacientes con mayor peso puede ser necesario incrementar el volumen de contraste, la concentración del contraste o la velocidad de inyección.
- Función cardiaca del paciente. Es importante debido a que influye en el tiempo que requiere el contraste para distribuirse por los diferentes órganos. A peor función cardiaca, mayor tiempo de retraso será necesario para alcanzar las diferentes fases de distribución del contraste. ⁽³⁵⁾

- El gasto cardiaco es la cantidad de sangre que bombea el corazón hacia la aorta cada minuto. También es la cantidad de sangre que fluye por la circulación y quizás es el factor más importante que tenemos que tener en cuenta en relación con la circulación. Se muestra el gasto cardiaco, expresado como índice cardiaco, en distintas edades. A los 10 años de edad aumenta rápidamente por encima de los 4 l/min/m² y disminuye hasta los 2,4 l/min/m² a los 80 años. El gasto cardiaco está regulado a lo largo de la vida en proporción directa de la actividad metabólica corporal total. Por tanto, el descenso del índice cardiaco indica el descenso de la actividad con la edad. ⁽³⁶⁾ El gasto cardíaco, es un parámetro directamente relacionado con la mejora arterial. Como mayor es la eficiencia del corazón, mayor es el pico de realce y menor el tiempo para alcanzarlo, que corresponde al aumento de la concentración del medio de contraste dentro de los vasos arteriales; sin embargo, debemos tener en cuenta, mientras aumente el gasto cardíaco aumentan los fenómenos de dilución. ⁽³⁴⁾ Como índice de densidad adecuada de la TC, se indicó una densidad arterial superior a 300 HU en la arteria cerebral como la atenuación óptima. ⁽⁸⁾

En algunos casos, especialmente en niños y en pacientes con venas frágiles o pequeñas, el contraste se inyecta a mano usando una jeringa. Durante la exploración, la mesa se ubicará en el punto de partida de la toma de imágenes y se moverá relativamente rápido, a través de la abertura de la máquina, a medida que se realiza la exploración por TC. Cuando el examen finalice, es posible que le soliciten que espere hasta que el tecnólogo verifique que las imágenes son de alta calidad, suficiente para una interpretación precisa. Luego del examen se le retirará la línea intravenosa. Se colocará una venda sobre el sitio donde se pinchó con la aguja.

El examen completo de angiotomografía se puede llevar a completar en unos pocos segundos. Pero en realidad, el tiempo total que se pasa en la sala de exploración será más largo, puesto que el tecnólogo tiene que ubicarlo correctamente en la mesa, verificar o colocar una línea intravenosa, captar imágenes preliminares para verificar los puntos de comienzo y final del examen, y ajustar los parámetros del escáner y de la bomba de inyección de contraste en función de la parte del cuerpo que esté siendo analizada. ⁽²⁷⁾

La angiotomografía cerebral contribuye a detectar placas ateroscleróticas en la arteria carótida del cuello, ya que eso puede limitar el flujo sanguíneo hacia el cerebro y causar un derrame cerebral, además de identificar un pequeño aneurisma o una malformación arteriovenosa (conexiones anormales entre vasos sanguíneos) dentro del cerebro. ⁽²⁵⁾

TOMOGRAFIA COMPUTADA DE 4 DIMENSIONES

La tomografía computada de 4 dimensiones (TC4D) representa el siguiente paso en la obtención de imágenes. Este método avanzado de imágenes hace que los escaneos TC sean mucho más rápidos y precisos que nunca. La TC4D utiliza una nueva tecnología que captura la ubicación y el movimiento del tumor y el movimiento de los órganos del cuerpo a lo largo del tiempo. Esto es valioso para tratar con precisión los tumores localizados en o cerca de los órganos que se mueven, como los del tórax y el abdomen. Por ejemplo, un tumor en el pulmón se moverá con cada respiración, a medida que el pulmón se infla y se desinfla.

Con las imágenes tradicionales, el oncólogo solo puede saber la posición del tumor en un punto de la respiración. Dirige la radiación al tumor durante el único punto de la respiración que coincide con la imagen. El rayo puede pasar por alto el tumor o dañar el tejido sano. Para compensar, el oncólogo puede usar niveles más bajos, menos efectivos de radiación, reduciendo la efectividad de todo el tratamiento. La administración de radiación precisa a los tumores, no al tejido sano. A través de la TC4D, el radioncólogo puede administrar radiación dentro de un cierto intervalo en el ciclo de respiración. Lo hace usando la radioterapia de intensidad modulada controlada, donde la radiación se detiene cuando el tumor no está en la posición correcta. Esto permite el uso de niveles de radiación más altos y más efectivos, al tiempo que se minimiza el impacto en el tejido sano. ⁽³⁷⁾

BOLO DE SEGUIMIENTO (*BOLUS TRACKING*)

Esta técnica también se denomina activación del bolo (*bolustriggering*) o activación automática (*automatedtriggering*). Consiste en realizar mediciones automáticas sobre una estructura que, cuando alcance una densidad determinada, active el examen. Al

principio se selecciona el protocolo adecuado y el área anatómica a estudio. Se selecciona un corte donde aparezca la estructura de interés y sobre ella se coloca un ROI que mida de forma automática la densidad. Posteriormente se administra el contraste mientras se realizan cortes consecutivos a la altura anteriormente seleccionada, realizando en la ROI mediciones constantes. Cuando la densidad que detecte la ROI adquiera una medida determinada, la mesa de TC se moverá hasta la altura donde este prefijado el inicio del examen, dando comienzo la exploración. En general los estudios viscerales no requieren de estas herramientas, ya que los picos de realce no son tan cortos como en las estructuras arteriales; en estos casos se puede comenzar el examen con un tiempo de retraso prefijado. ⁽³⁵⁾

Existen distintos factores que influyen en el realce arterial. Los principales son:

1- Factores dependientes del paciente: (gasto cardíaco, peso, acceso vascular, edad, género.) Es posible adaptar los parámetros de inyección de contraste a las características de cada paciente. El gasto cardíaco podrá ser obviado mediante la técnica de *bolus tracking*.

2- Factores dependientes de la inyección de contraste: A mayor tasa de inyección aumenta el realce arterial, pero disminuye la duración del realce. Al aumentar el realce arterial es posible reducir el volumen de contraste, sin embargo, existe una serie de limitaciones ya que no es factible aumentar indefinidamente la tasa de inyección por riesgo de extravasación de contraste, porque es necesario un realce arterial lo suficientemente prolongado como para adquirir las imágenes y porque se requiere un mínimo volumen de contraste que genere un nivel de realce arterial útil para el diagnóstico.

Para obtener un estudio de calidad es crucial escanear durante el pico de realce, y para ello es conveniente la utilización del *bolus tracking*.

Existe una serie de situaciones en las que se tendrá que tener especial cuidado con la técnica de *Bolus Tracking*:

a) La colocación del ROI en territorio demasiado proximal y la falta de retraso en la adquisición pueden condicionar un realce arterial no homogéneo con artefactos de “pseudodisección”.

b) En un aneurisma de aorta, el flujo deja de ser laminar para formar turbulencias y vórtices. Si se coloca el ROI proximal al aneurisma o en el interior del mismo, se obtendrá una buena opacificación únicamente en los segmentos proximales al aneurisma. Esto ocurre porque el contraste yodado tarda más tiempo en recorrer el segmento aneurismático debido al flujo turbulento, mientras que la imagen se adquiere a una velocidad continua, de forma que en los segmentos distales al aneurisma no da tiempo a que llegue suficiente contraste para alcanzar un realce óptimo. Para solventar este problema basta con colocar el ROI distal al cuello inferior del aneurisma. ⁽³⁸⁾

PROTOCOLO PARA EL ESTUDIO DEL POLÍGONO DE WILLIS POR ANGIOGRAFÍA POR TC

Indicación clínica: localización de aneurismas o malformaciones en pacientes con hemorragia subaracnoidea, localización de émbolos en pacientes con infarto cerebral. La adquisición será helicoidal, en plano transversal con angulación del *gantry* en 0°. El inicio de la adquisición será por debajo de la base craneal y finalizará por encima de los senos frontales. Se aplicará 60 ml (370 mgI/dl) a 4 ml/s de contraste yodado y 20 ml de suero a 4 ml/s. Se hará uso del *bolustriggering* con región de interés en la arteria carótida a la altura de la cuarta vértebra cervical. ⁽³⁵⁾ Protocolo angiotomográfico cerebral. (Anexo 9).

PROTOCOLO ANGIOTOMOGRAFICO CEREBRAL SIEMENS

Modo espiral para estudios cerebrales de Angiotomografía cerebral, para evaluar anomalías vasculares, tumores y estudios de seguimiento etc. Los trabajos de reconstrucción están predefinidos: El primero para vistas axiales, el segundo para estudios coronales y visualizaciones en 3 dimensiones (3D). Las imágenes de la vista coronal se reconstruirán la proyección de máxima intensidad (MIP). Protocolos de angiotomografía cerebral para equipos Somatom Emotion 6 y 16 canales. (Anexo 9).

Para la configuración de 16 canales de SOMATOM Emotion:

- ❖ Un rango de 80 mm se cubrirá en 7.45 segundos.

Para la configuración de 6 canales de SOMATOM Emotion:

- ❖ Un rango de 80 mm se cubrirá en 14.15 segundos.

Recomendación

Uso de *bolus tracking* con escaneos de monitoreo posicionados a nivel de la arteria basilar o arteria carótida. El umbral de activación a 120 HU, o utilice la activación manual. ⁽³⁹⁾

1.4.2 DEFINICION DE TERMINOS

- **Eficacia:** Capacidad del protocolo angiotomográfico con ROI en tronco pulmonar de obtener imágenes diagnosticables del polígono de Willis mediante la medición del realce arterial.
- **Imagen diagnosticable:** En el presente estudio toda imagen angiotomográfica cerebral que supere un realce arterial de 300 HU será considerada imagen diagnosticable.
- **Resolución temporal:** Sera considerado en el estudio como la capacidad de un equipo de TC de iniciar un barrido tomográfico en un menor o mayor tiempo.
- **Postumbral:** En el estudio será el tiempo que le toma al tubo de rayos X del equipo de TC en posicionarse desde el ROI hasta el lugar de inicio del barrido tomográfico.

1.4.3 FORMULACION DE LA HIPÓTESIS

El protocolo modificado de angiotomografía con región objetivo de interés en tronco pulmonar es eficaz al obtener imágenes de las arterias cerebrales.

CAPÍTULO II

MÉTODOS

2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

2.1.1 Tipo de investigación

- Cuantitativa y descriptivo. Cuantitativo, pues intencionalmente pretende acotar información (medir con precisión las variables de estudio). Descriptiva por que únicamente se pretende medir o recoger información sobre las variables a las que nos referimos, y sirve para demostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, situación, etc

2.1.2 Diseño de la investigación

- El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea. En este estudio se realizó un diseño descriptivo, dentro de este se tomó la investigación transeccional o transversal, ella recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizarla, es como tomar una fotografía de algo que sucede. Tiene como objetivo indagar la cantidad de veces que sucede una modalidad o nivel en las variables de una población. Y es prospectivo, pues va registrando la información a medida que se produce. Por lo expuesto este estudio se realiza con un Diseño descriptivo, observacional, prospectivo de corte transversal

2.1.3 Población

- Usuarios sometidos a angiotomografía de arterias cerebrales en la Clínica Good Hope en los meses de mayo a junio en el departamento de Lima en el año 2018.

2.1.4 Muestra y muestreo

- Tipo de Muestreo: No probabilístico (por conveniencia).
- Tamaño Muestral: En la selección de las imágenes por angiotomografía se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que se seleccionaron a los objetos de estudio de manera no aleatoria, según los criterios

de selección hasta completar 50 muestras.

2.1.4.1 Criterios de inclusión

- Paciente que acuda al servicio de tomografía de la clínica Good Hope Lima-2018, previa evaluación.
- Edad mayor a 18 años.
- Firma del consentimiento informado.

2.1.4.2 Criterios de exclusión

- Pacientes alérgicos al yodo.
- Pacientes con anomalías en el gasto cardiaco.
- Pacientes con presión arterial elevada.
- Pacientes con hemoglobina menor a 11.5
- Pacientes con obesidad
- Historia clínica de pacientes con dosajes de creatinina mayores a 1,2 en mujeres y 1,3 en hombres.
- Historia clínica de pacientes con antecedentes de diabetes y dosajes de glucosa mayores a 110mg/dl.
- Pacientes que no firmen el consentimiento informado.

2.1.5 Variables

- Tiempo promedio de llegada del bolo de contraste
 - Definición conceptual: Intervalo de tiempo medido en segundos.
 - Definición operacional: Intervalo de tiempo expresado en segundos, que en este estudio será el intervalo entre el comienzo de la inyección de contraste y su llegada al tronco pulmonar.
 - Dimensiones: Tiempo necesario para la llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar.
 - Indicadores: Promedio de segundos para la llegada del bolo de contraste al

tronco pulmonar.

- Realce de las arterias cerebrales
 - Definición conceptual: Opacificación de los vasos sanguíneos a causa del medio de contraste yodado.
 - Definición operacional: Medición de la densidad de contraste en las arterias en unidades Hounsfield, que servirá como parámetro de evaluación para la imagen.
 - Dimensiones:
 - Arteria cerebral media segmento M1.
 - Arteria cerebral anterior segmento A1.
 - Arteria carótida interna segmento clinoides C5.
 - Arteria carótida interna segmento cavernoso C4.
 - Arteria carótida interna segmento comunicante C7.
 - Arteria basilar.
 - Indicadores: Promedio de densidades expresado en unidades Hounsfield de las arterias cerebrales determinado mediante un ROI.
- Tiempo total de exploración
 - Definición conceptual: Intervalo de tiempo desde el inicio del examen tomográfico hasta su final.
 - Definición operacional: Intervalo de tiempo desde el inicio de la inyección de contraste hasta el término del *scan* angiotomográfico.
 - Indicadores: promedio de segundos que se emplean para la realización del examen angiotomográfico.

2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Ficha de recolección de datos: Se registrarán los datos mediante una ficha que contendrá: Datos del sexo, edad, peso, presión arterial de los pacientes, realce arterial en diferentes estructuras vasculares, así como el tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar y tiempo de exploración total del examen angiotomográfico (Anexo 3). Asimismo, los participantes del estudio

firmaran un documento de consentimiento informado. (Anexo 4)

- Equipo de tomografía: El equipo tomográfico que se utilizara en el estudio es de marca Siemens de 16 líneas, modelo *SomatonScope*. 2015
- Software *bolus tracking*: Utilizaremos el software *bolus tracking* con licencia c-2-015 o 17.626.01.02.04. Actualizado el 13 de abril del año 2015.
- Software DynEVA: Utilizaremos el software DynEVA con licencia service Pack 1. VC30B_01_P12. Actualizado ServiPack41 el 13 de abril del año 2015.
- Inyector de contraste: Utilizaremos un inyector de doble cabezal marca Mallinckrodt versión V04.11

2.1.7 Procedimientos y análisis estadísticos

a. Selección de los pacientes

Los pacientes serán seleccionados siempre que no presenten alguno de los criterios de exclusión. Se procederá a llenar correctamente la ficha de datos y el consentimiento informado. Las correspondientes fichas serán etiquetadas con un código por cada paciente.

b. Canalización de vía venosa

Lugar de punción: parte anterior del antebrazo. Calibre de catéter mínimo 18G.

c. Adquisición de la imagen tomográfica

Posicionamos al paciente de cubito supino en la mesa del tomógrafo, centramos el láser 2cm sobre el vértex, a nivel del plano medio sagital y orbitomeatal. El topograma será adquirido en vista antero posterior, abarcará desde la escotadura esternal, hasta el vértex, El topograma se extiende hasta el nivel del tronco pulmonar, para que el equipo pueda censar durante la inyección del medio de contraste.

Parámetros técnicos: se utilizar aún mAs de 148, Kv de 130, colimación de 16x0.6mm, tiempo de rotación de 0,6 segundos, y pitch de 1,5. Dando una duración aproximada de 7 segundos correspondientes al barrido angiotomográfico.

Luego se determina como se va a realizar la adquisición volumétrica (todo el paquete de información que se obtiene en el equipo, en el plano axial, el cual nos permite hacer reconstrucciones multiplanares (MPR) necesarios cuando se quiera obtener cortes

correctamente alineados en axial, coronal y sagital; este volumen ayuda mucho porque en pacientes que no podemos alinearlos adecuadamente al momento de posicionar, como es el caso de los pacientes que vienen de Emergencia, se procede a adquirir nuevos cortes con este volumen.

Parámetros de adquisición: Se aplicará 60ml de contraste iodado Optiray de 320mg/ml con un flujo de 6ml/s, acompañado de un bolo de suero de 20ml a 6ml/s. Se aplicará el software *bolus tracking* a la altura de la bifurcación traqueal donde delimitaremos nuestra zona de interés (ROI) en el tronco pulmonar. El software de bolo de seguimiento adquirirá imágenes del tronco pulmonar cada 2,1 segundos, con un espesor de sección de 3 mm (el inicio de los cortes secuenciales se dará 3 segundos después, tiempo que requiere el equipo para empezar con la adquisición). Será programado a 150HU (Unidades Hounsfield) esto quiere decir que cuando el equipo cense las 150HU, empezara la adquisición de imágenes, después de 8 segundos postumbral que deberán ser programados. (Anexo 7).

d. Procesamiento de la imagen tomográfica

Se aplicará la herramienta de pila de imágenes proyección de máxima intensidad (MIP). La imagen será reconstruida a partir del volumen de adquisición. Las reconstrucciones serán tanto en el plano axial, sagital y coronal con un grosor de corte de 12mm y un ancho/centro de ventana de 700/200HU.

Las imágenes procesadas se usarán para evaluar la atenuación arterial, mediante una serie de ROIs, los cuales variarán entre 1mm y 2mm dependiendo de la luz del vaso evaluado. Se medirán los valores de atenuación en los segmentos de la arteria carótida interna (ACI), la arteria cerebral y la arteriobasilar. Los ROIs serán colocados en seis puntos: 1. Arteriobasilar; 2. ACI en el segmento clinoides; 3. ACI en el segmento cavernoso; 4. ACI en el segmento comunicante; 5. Arteria cerebral media en el segmento M1; y 6. Arteria cerebral anterior en el segmento A1. Cuando un vaso de interés sea oscurecido por una calcificación densa de la pared arterial o hipoplasia congénita, no se medirán los valores de atenuación de los segmentos del vaso afectado.

Como índice de atenuación adecuada de la TC, se indicó una atenuación arterial superior a 300 HU. Por lo tanto, se seleccionaron valores superiores a 300 HU como la

atenuación óptima. Tomando como referencia el estudio de Takeyama y cols (tabla1).

Tabla1. Evaluación cuantitativa de arterias intracraneales

Sistemas arteriales	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Arteria basilar	334HU	339HU	421HU
ACI segmento clinoido	379HU	456HU	494HU
ACI segmento cavernoso	398HU	457HU	480HU
ACI segmento comunicante	394HU	448HU	445HU
Arteria cerebral segmento M1	363HU	421HU	433HU
Arteria cerebral anterior A1	341HU	378HU	392HU
Atenuación media	353HU	412HU	426HU

Fuente: Takeyama N. Cerebral CT angiography using a small volume of concentrated contrast material with a test injection method: optimal scan delay for quantitative and qualitative performance. 2012.

e. Cálculo del tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar

El tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar, será calculado mediante el software DynEVA, con el cual se analizará la curva de realce arterial del tronco pulmonar y el tiempo necesario para llegar al pico de la respectiva curva, a través de un ROI en dicho segmento anatómico. (Anexo 7).

Análisis de datos

- Plan de análisis: Se analizó los parámetros de realce arterial para determinar la calidad de la imagen. Se obtuvo el promedio de tiempo de llegada al tronco pulmonar, así como la media del tiempo total de exploración total. Se determinó si la variable edad y sexo influían con el realce arterial y el tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar. Asimismo, se formaron 3 grupos de edad de los pacientes (18-35,36-55 y 56 a más años de edad), para determinar si había diferencia en el promedio de realce arterial y tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar, obtenido en cada grupo. Adicionalmente se correlacionó la variable peso con los parámetros de realce arterial y tiempo de llegada al tronco pulmonar obtenidos y se formaron cuatro grupos de peso (de 49-55, 56-62, 63-69 y de 70-79 kg) para el análisis.
- Análisis estadístico de los datos: Los datos fueron analizados en el programa

estadístico GraphPadPrism. Calculando las medidas de tendencia central. Se determinó la normalidad de las variables con la prueba de Shapiro-Wilk. La correlación entre variables cuantitativas se realizó con el coeficiente de correlación de Spearman. Para la comparación de dos grupos se usó la prueba de t de student y para más de dos grupos ANOVA. La significación estadística se fijó en valores de p menores de 0.05.

- Validez del Instrumento: Como se hará uso de una ficha de recolección de datos, el cual será transcrito de los reportes de angiotomografía, no es necesario de realizar la validación del instrumento ni la confiabilidad.

2.1.8 Consideraciones éticas

Para el desarrollo de esta investigación se gestionará la aprobación del proyecto por parte de la oficina de investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, posteriormente se solicitará la aprobación para la ejecución del protocolo a las autoridades de la Clínica Good Hope con la finalidad de acceder a las imágenes angiotomográficas de los pacientes sometidos a los protocolos con región objetivo de interés en tronco pulmonar.

Para la ejecución de proyecto se respetarán los principios establecidos por la ética médica:

- Principio de Autonomía.
- Principio de Beneficencia.

Cabe resaltar que en el estudio no existirán riesgos físicos y/o psicológicos, riesgo de muerte y/o de alteración de la calidad de vida ni daños a los participantes, además que la información recolectada estará bajo responsabilidad del investigador, quien garantiza el resguardo de la información.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Se realizó un total de 50 estudios utilizando el protocolo con ROI en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión. Del total de pacientes el 68%(34), fueron de sexo femenino y el 32% (16) fueron del sexo masculino. Las edades de los pacientes variaron de entre un mínimo de 20 años hasta un máximo de 89 años con un promedio de 45.4 ± 2.8 años de edad. El promedio de peso de los pacientes fue de 61.4 ± 1.2 kg., con peso mínimo de 49 kg y un máximo de 79 kg de peso. (**Tabla N° 2**)

Tabla N2: Características de la muestra del estudio (n=50)

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO		
n=50		
SEXO	Femenino: 34 (68%)	Masculino: 16 (32%)
EDAD	$\bar{X} \pm SD$: 45.4 ± 2.8 años	Min: 20 años Max: 89años
PESO	$\bar{X} \pm SD$: 61.4 ± 1.2 kg	Min: 49kg Max: 79kg
\bar{X} de Peso por sexo	Femenino: 56.56 ± 0.8 kg	Masculino: 71.8 ± 1.1 kg
Peso promedio por grupo de edades	Grupo 1 (18-35 años): 59.04 kg Grupo 2 (36-55 años): 60.16 kg Grupo 3 (56 a más años): 66.30 kg	

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la distribución de los parámetros de realce arterial evaluados en el estudio, mediante la realización de la angiotomografía con ROI en tronco pulmonar, obtuvimos una media de 496.6 ± 11.4 de ACM M1, 463.8 ± 10.7 de ACA A1, 513.0 ± 13.2 de ACI C5, 504.2 ± 12.3 de ACI C4, 500.1 ± 11.9 de ACI C7 y un promedio de 455.9 ± 11.5 de A. BASILAR. (**Tabla N° 3**).

Tabla N°3. Valores de Realce arterial obtenidos en las imágenes angiotomográficas expresados en unidades Haunsfield (HU)

	ACMM1	ACA A1	ACI C5	ACI C4	ACI C7	A. BASILAR
MEDIA (UH)	496.6	463.8	513.0	504.2	500.1	455.9
SD	11.4	10.7	13.2	12.3	11.9	11.5
VALOR MINIMO	371.5	358.5	373.2	352.5	385.5	346.8
VALOR MAXIMO	695.0	658.5	739.5	705.9	677.7	632.7

Fuente: Elaboración propia

Se determinaron los promedios del tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar, tiempo de exploración total y el tiempo de exploración total menos el tiempo de barrido, siendo de 5.7 ± 0.1 ; 20.6 ± 0.12 y 13.73 ± 0.1 segundos, respectivamente. (**Tabla N°4**).

Tabla N°4. Valores de Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar (TP) y Tiempo total de exploración (TTE) obtenidos en las imágenes angiotomográficas expresados en segundos.

	TP(s)	TTE(s)	TTE-TB
n	50	50	50
$\bar{X} \pm$ SD	5.73 ± 0.1	20.62 ± 0.1	13.73 ± 0.1
Min	4.8	19.36	12.8
Max	9.3	23.86	17.3

Fuente: Elaboración propia

Se formaron 3 grupos de edad de los pacientes para analizar los valores de realce arterial

obtenidos (grupo 1 de 18 a 35 años, grupo 2 de 36 a 55 años y el grupo 3 de 56 años a más). Para el grupo 1 se obtuvo una media de ACM M1 de 486.1±13.2, ACA A1 de 452.0±10.9, ACI C5 de 500.1±17.1, ACI C4 de 488.6±15.1, ACI C7 de 484.5±14.2 y A. BASILAR de 444.9±14.2. Para el grupo 2 se obtuvo un promedio de ACM M1 de 487.7±20.5, ACA A1 de 452.1±16.2, ACI C5 de 505.5±23.0, ACI C4 de 503.3±21.4, ACI C7 de 504.7±22.3, A. BASILAR de 459.0±20.3. Para el grupo 3 se obtuvo una media de ACM M1 de 525.0±30.3, ACA A1 de 493.5±32.5, ACI C5 de 545.9±32.7, ACI C4 de 531.8±31.9, ACI C7 de 527.9±30.1 y A. BASILAR de 479.3±28.9 (**Tabla N°5**).

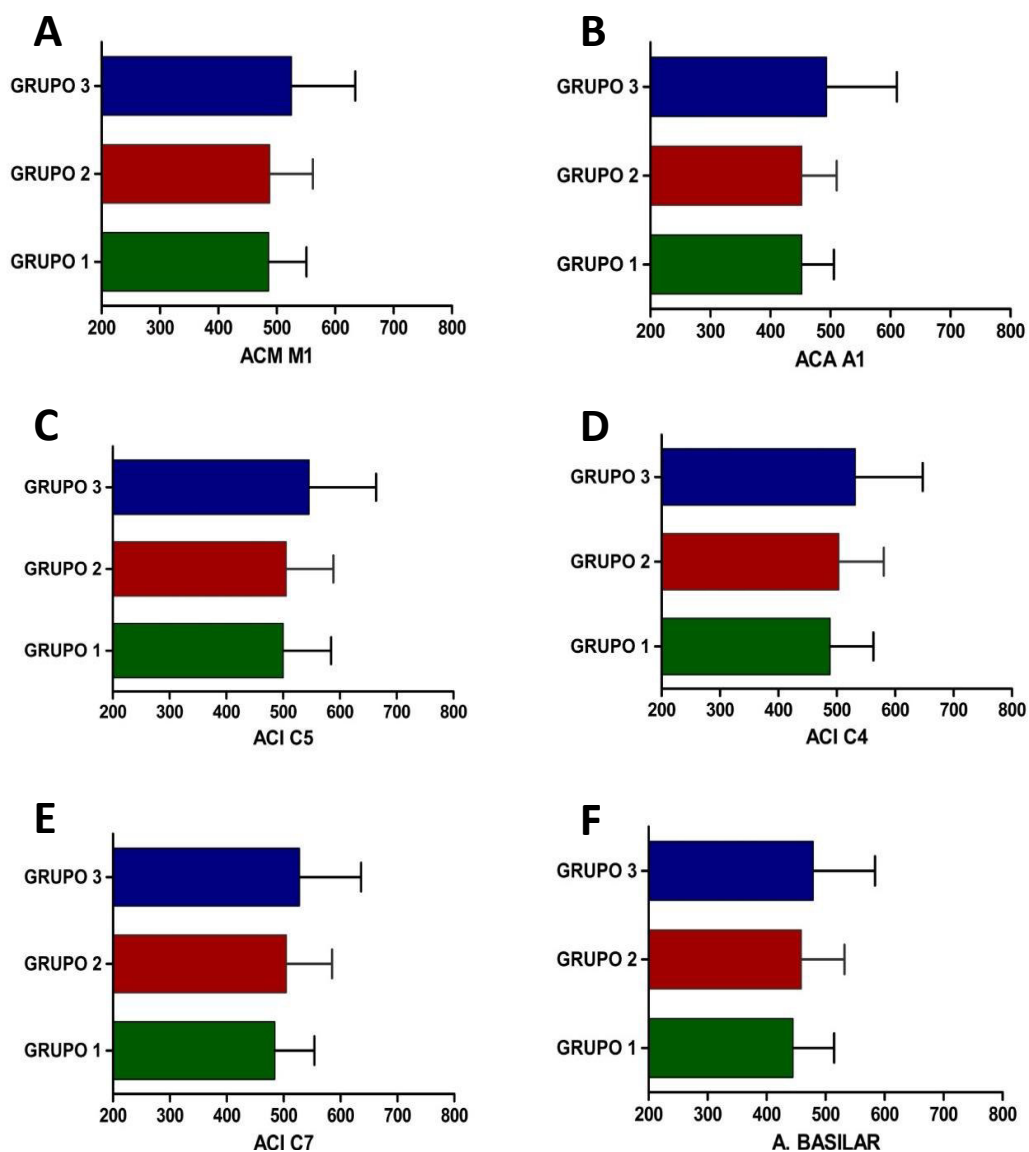
Se correlacionó la variable edad con el realce arterial obtenido mediante el coeficiente de correlación de Spearman obteniendo un $r= 0.18$ $p=0.22$ para ACM M1, $r=0.15$ $p=0.28$ para ACA A1, $r= 0.22$ $p=0.11$ para ACI C5, $r=0.23$ $p=0.10$ para ACI C4, $r=0.21$ $p=0.15$ para ACI C7 y $r=0.15$ $p=0.29$ para A. BASILAR, lo que indica que no existe asociación entre las variables (**Tabla N°5**).

Tabla N°5. Valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de edad de los pacientes expresados en HU

Indicadores de realce arterial		ACM M1	ACA A1	ACI C5	ACI C4	ACI C7	A. BASILAR
GRUPO 1 (18-35 a) n=24	$\bar{X} \pm SD$	486.1±13.2	452.0±10.9	500.1±17.1	488.6±15.1	484.5±14.2	444.9±14.2
	Min	389.8	382.6	392.3	386.8	389.0	375.5
	Max	604.5	570.6	727.3	654.1	663.2	628.9
GRUPO 2 (36-55 a) n=13	$\bar{X} \pm SD$	487.7±20.5	452.1±16.2	505.5±23.0	503.3±21.4	504.7±22.3	459.0±20.3
	Min	371.5	358.5	389.0	407.4	385.5	354.0
	Max	610.6	537.9	639.6	631.4	624.3	581.9
GRUPO 3 (>56 a) n=13	$\bar{X} \pm SD$	525.0±30.3	493.5±32.5	545.9±32.7	531.8±31.9	527.9±30.1	479.3±28.9
	Min	393.7	339.4	373.2	352.5	391.1	346.8
	Max	695.0	658.5	739.5	705.9	677.7	632.7
Coefficiente de Correlación		$r=0.18$ $p=0.22$	$r=0.15$ $p=0.258$	$r=0.22$ $p=0.11$	$r=0.23$ $p=0.10$	$r=0.21$ $p=0.15$	$r=0.15$ $p=0.29$

Fuente: Elaboración propia

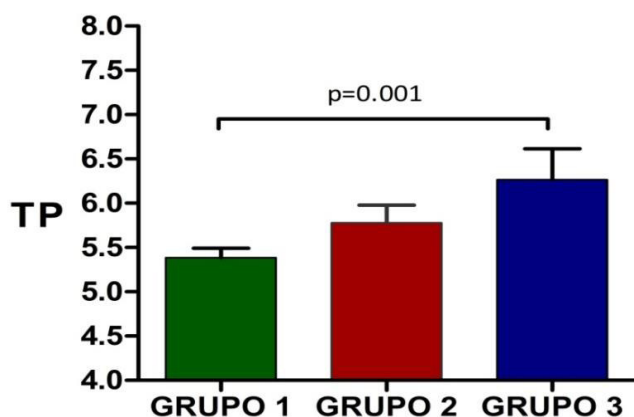
Asimismo, se compararon los valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de edad de los pacientes mediante la prueba de ANOVA, se obtuvo un valor de $p=0.34$ para ACM M1, $p=0.25$ para ACA A1, $p= 0.35$ para ACI C5, $p= 0.36$ para ACI C4, $p= 0.34$ para ACI C7 y $p= 0.47$ para A. BASILAR. No se obtuvo diferencia de los parámetros de realce arterial entre los grupos de edad. **(Gráfico N° 1. A-F)**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1. Realce arterial (HU) por grupos de edad. (A) Valores de realce arterial para ACM M1. **(B)** ACA A1. **(C)** ACI C5. **(D)** ACI C4. **(E)** ACI C7. **(F)** A. BASILAR. En verde el grupo (18-35 años, n=24), en rojo el grupo 2 (36-55 años, n=13) y en azul el grupo 3 (56 a más, n=13).

Se determinó si había correlación entre la edad de los pacientes y el tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar, obteniendo un $r=0.5$ $p=0.001$, indicando que existe una asociación positiva media entre las variables. Se mostró diferencia significativa entre los grupos de edad 1 y 3 ($p=0.001$). Se obtuvo una media de 5.38 ± 0.1 para el grupo 1, 5.77 ± 0.2 para el grupo 2, 6.26 ± 0.3 para el grupo 3. (**Gráfico N°2**).



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°2. Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar por grupos de edad. En verde el grupo (18-35 años, n=24), en rojo el grupo 2 (36-55 años, n=13) y en azul el grupo 3 (56 a más, n=13).

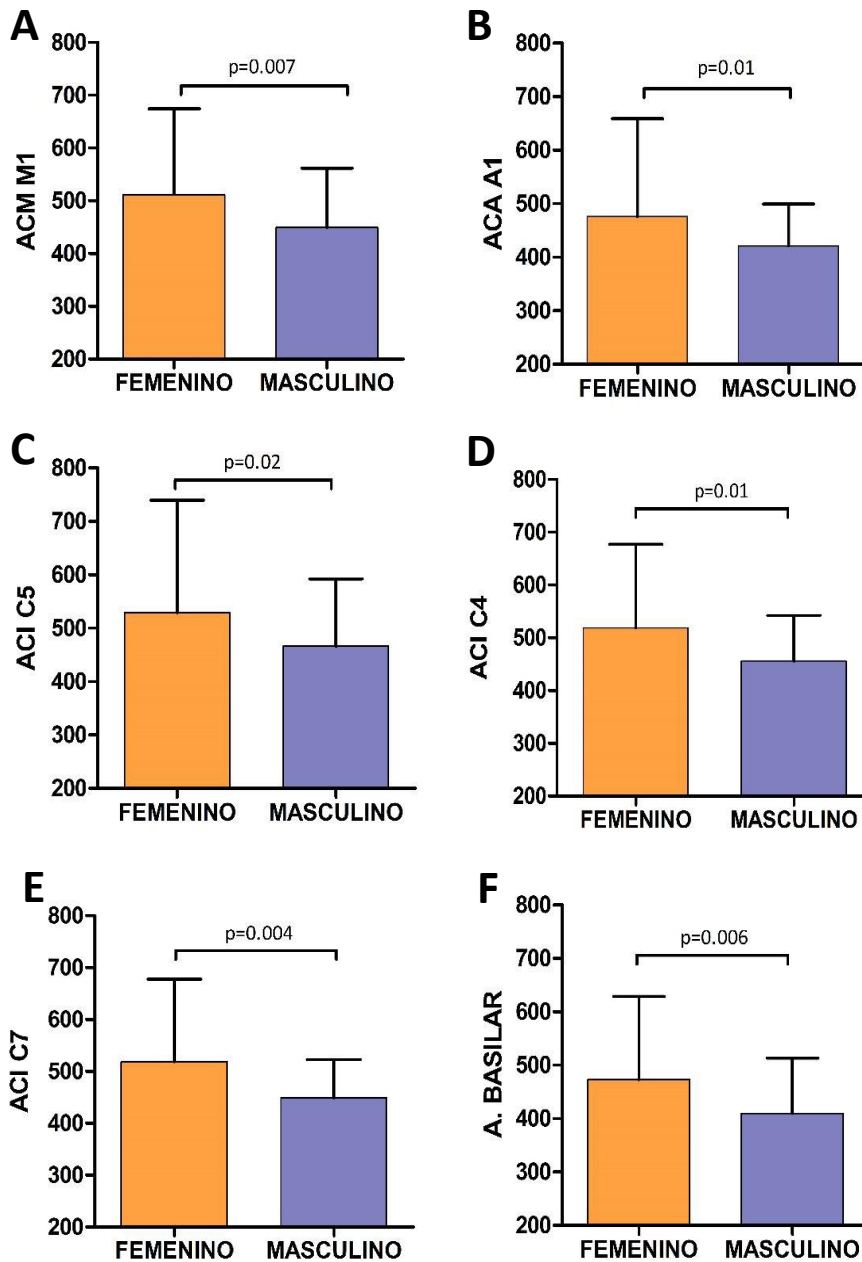
En relación al sexo de los pacientes del estudio se determinó si había diferencia entre el sexo femenino y el masculino en relación al realce arterial, mediante la prueba t de student. En cuanto al sexo femenino la media de ACM M1 obtenida fue de 511.6 ± 13.6 , para ACA A1 fue de 475.6 ± 13.2 , para ACI C5 de 529.2 ± 16.9 , para ACI C4 de 518.8 ± 15.4 , para ACI C7 de 519.0 ± 14.4 y para A. BASILAR fue de 473.4 ± 13.9 . Para el grupo de sexo masculino se obtuvo una media de 449.5 ± 12.4 para ACM M1, 421.2 ± 10.6 para ACA A1, 466.1 ± 13.1 para ACI C5, 455.9 ± 10.6 para ACI C4, 449.0 ± 11.9 para ACI C7 y 409.7 ± 10.7 para A. BASILAR (**Tabla N°6**).

Tabla N° 6. Valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de sexo de los pacientes expresados en HU

Indicadores de realce arterial		ACM M1	ACA A1	ACI C5	ACI C4	ACI C7	A. BASILAR
FEMENINO n=34	$\bar{X} \pm$ SD	511.6±13.6	475.6±13.2	529.2±16.9	518.8±15.4	519.0±14.4	473.4±13.9
	Min	389.8	339.4	373.2	352.5	389.0	346.8
	Max	674.1	658.5	739.5	677.3	677.7	628.9
MASCULINO n=16	$\bar{X} \pm$ SD	449.5±12.4	421.2±10.6	466.1±13.1	455.9±10.6	449.0±11.9	409.7±10.7
	Min	371.5	358.5	389.0	393.0	385.5	354.0
	Max	561.8	499.1	592.4	542.3	522.5	513.0

Fuente: Elaboración propia

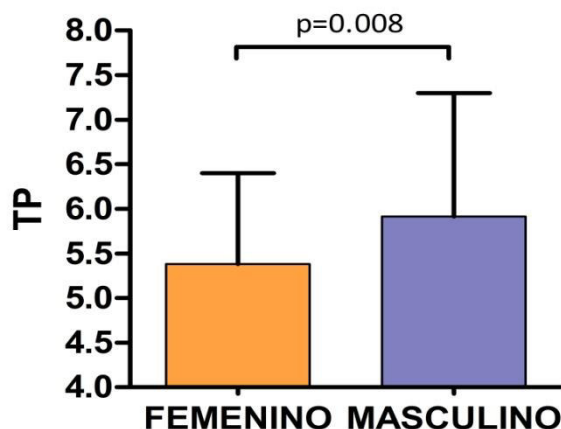
Se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos en relación a los parámetros de realce arterial. Se obtuvo para ACM M1 $t=2.80$ $p=0.007$, para ACA A1 $t=2.55$ $p=0.01$, para ACI C5 $t=2.32$ $p=0.02$, para ACI C4 $t=2.58$ $p=0.01$, para ACI C7 $t= 3.0$ $p=0.004$ y para A. BASILAR $t=2.86$ $p=0.006$ (**Gráfico N°3**).



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3. Realce arterial (HU) por grupos de sexo. El gráfico muestra los valores de realce arterial y significancias estadísticas entre los grupos. **(A)** Valores de realce arterial para ACM M1. **(B)** ACA A1. **(C)** ACI C5. **(D)** ACI C4. **(E)** ACI C7. **(F)** A. BASILAR. En naranja sexo femenino (n=34) y en morado sexo masculino (n=16).

En relación al tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar se comparó entre los grupos de sexo, mostrando una diferencia significativa entre estos ($p=0.008$). Los individuos de sexo femenino obtuvieron una media de 5.38 ± 0.1 segundos, mientras que el grupo de sexo masculino obtuvo una media de 5.9 ± 0.8 , $t= 2.79$ y $p=0.008$. (**Gráfico N°4**)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4. Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar por grupos de sexo. En naranja sexo femenino ($n=34$) y en morado sexo masculino ($n=16$).

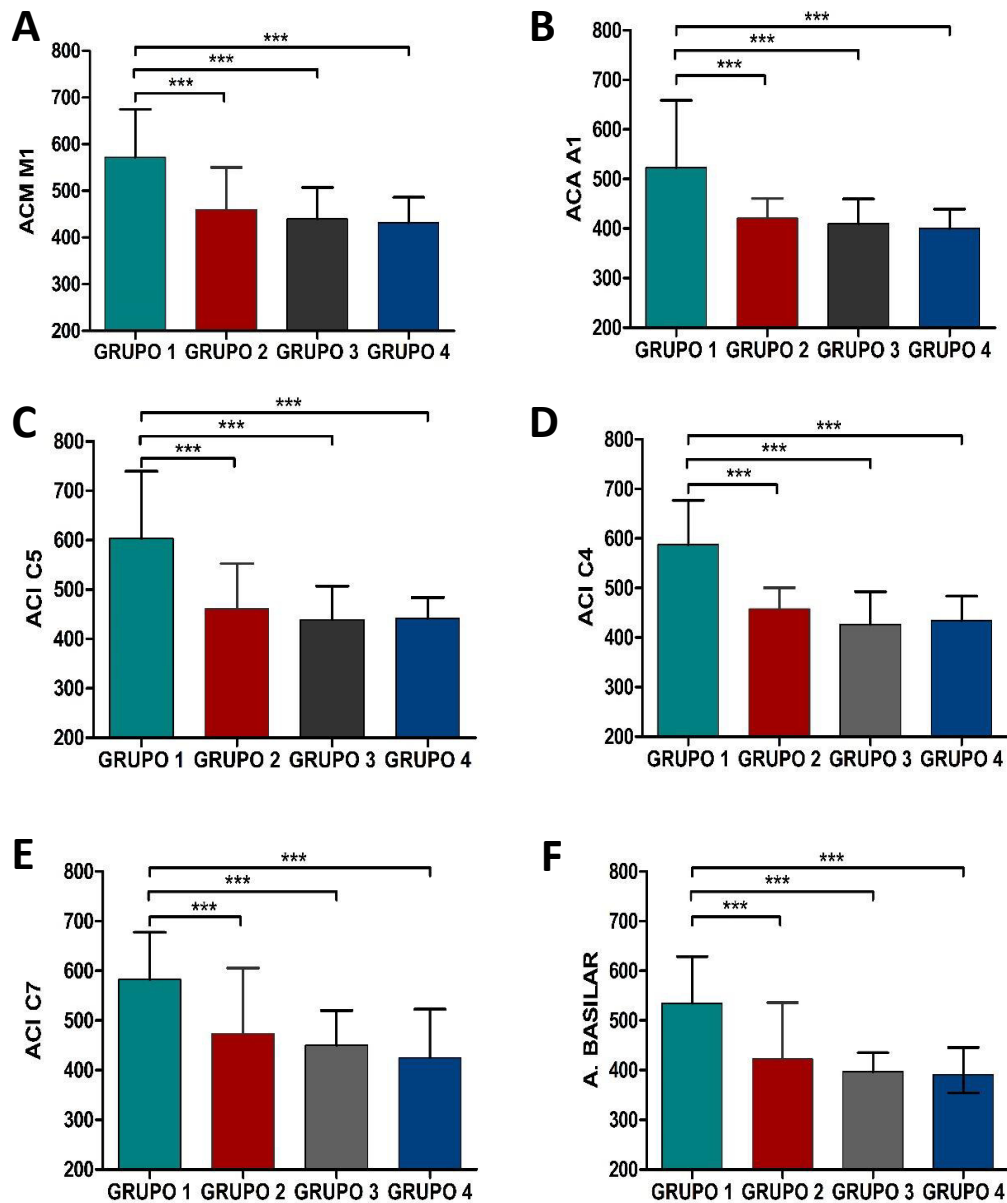
Por último, analizamos la influencia del peso de los pacientes en los valores de realce arterial y en el tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar. Para el realce arterial se obtuvo un índice de correlación de $r=-0.61$ $p<0.0001$ para ACM M1, $r=-0.61$ $p<0.0001$ para ACA A1, $r=-0.61$ $p<0.0001$ para ACI C5, $r=-0.64$ $p<0.0001$ para ACI C4, $r=-0.65$ $p<0.0001$ para ACI C7, $r=-0.64$ $p<0.0001$ para A. BASILAR. Indicando una relación indirecta significativa entre las variables (**Tabla N6**). En relación al tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar se obtuvo una asociación positiva media con la variable peso, con un $r=0.55$ $p=0.01$. Según los valores de peso de los pacientes, se formaron 4 grupos para determinar si existía diferencia entre estos, en relación al realce arterial: grupo 1 de 49-55 kg, grupo 2 de 56-62 kg, grupo 3 de 63-69 kg, grupo 4 de 70-79 kg. Para el grupo

1 se obtuvo una media de ACM M1 de 571.9±11.6, ACA A1 de 523.1±14.8, ACI C5 de 603.6±16.1, ACI C4 de 587.2±15.1 ACI C7 de 582.5±14.1 y A. BASILAR de 534.8±15.2. Para el grupo 2 se obtuvo un promedio de ACM M1 de 459.7±11.4, ACA A1 de 420.6±8.3, ACI C5 de 460.7±13.6, ACI C4 de 457.6±10.3, ACI C7 de 473.9±14.7, A. BASILAR de 422.6±12.5. Para el grupo 3 se obtuvo una media de ACM M1 de 439.8±15.6, ACA A1 de 409.7±15.2, ACI C5 de 439.0±19.5, ACI C4 de 426.1±18.9, ACI C7 de 450.2±17.7 y A. BASILAR de 397.1±11.4. Para el grupo 4 se obtuvo una media de ACM M1 de 431.5±10.3, ACA A1 de 400.3±18.5, ACI C5 de 441.8±10.8, ACI C4 de 433.9±10.2, ACI C7 de 425.0±14.1 y A. BASILAR de 391.0±7.8. Se observó diferencia significativa entre los grupos 2,3 y 4 comparados al grupo 1 (p<0.0001) (Tabla N°7 y Gráfico N°5).

Tabla N° 7. Valores de realce arterial obtenidos por cada grupo de peso de los pacientes expresados en HU

Indicadores de realce arterial		ACM M1	ACA A1	ACI C5	ACI C4	ACI C7	A. BASILAR
GRUPO 1 (49-55 kg) n=18	$\bar{X} \pm$ SD	571.9±11.6	523.1±14.8	603.6±16.1	603.6±16.1	582.5±14.1	534.8±15.2
	Min	456.8	401.5	525.9	466.2	468.5	416.5
	Max	674.1	658.5	739.5	677.3	677.7	628.9
GRUPO 2 (56-62kg) n=12	$\bar{X} \pm$ SD	459.7±11.4	420.6±8.3	460.7±13.6	457.6±10.3	473.9±14.7	422.6±12.5
	Min	389.8	382.6	392.3	386.8	402.0	375.5
	Max	550.0	460.7	552.5	500.8	605.9	536.2
GRUPO 3 (63-69kg) n=8	$\bar{X} \pm$ SD	439.8±15.6	409.7±15.2	439.0±19.5	426.1±18.9	450.2±17.7	397.1±11.4
	Min	396.8	339.4	373.2	352.5	389.0	346.8
	Max	507.0	459.7	507.1	492.6	520.0	435.2
GRUPO 4 (70-79kg) n=12	$\bar{X} \pm$ SD	431.5±10.3	400.3±18.5	441.8±10.8	433.9±10.2	425.0±14.1	391.0±7.8
	Min	371.5	358.5	389.0	393.0	385.5	354.0
	Max	486.0	439.4	484.2	483.0	522.5	445.6
Coefficiente de Correlación		r=-0.61 p<0.0001	r=-0.61 p<0.0001	r=-0.61 p<0.0001	r=-0.64 p<0.0001	r=-0.65 p<0.0001	r=-0.64 p<0.0001

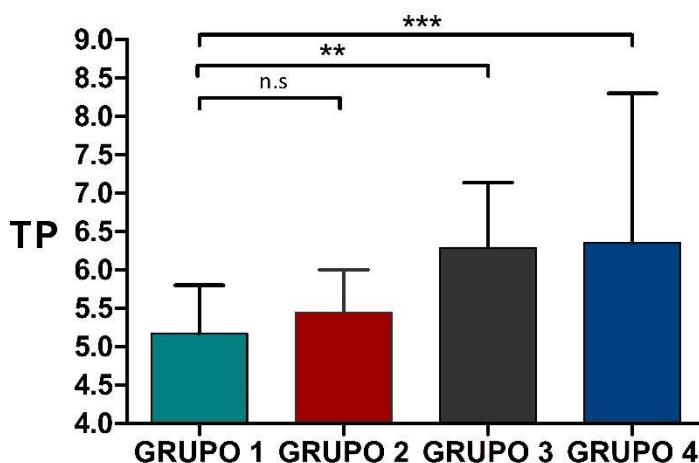
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°5. Realce arterial (HU) por grupos de peso. (A)Valores de realce arterial para ACM M1. **(B)** ACA A1. **(C)** ACI C5. **(D)** ACI C4. **(E)** ACI C7. **(F)** A. BASILAR. En turquesa el grupo 1 (49-55kg, n=18), en rojo el grupo 2 (56-62kg, n=8), en gris el grupo 3 (63-69kg, n=12) y en azul el grupo 4 (70-79 kg, n = 12) *** p<0.0001

En cuanto al tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar entre los grupos de peso se obtuvieron una media de 5.17 ± 0.1 para el grupo 1, 5.44 ± 0.1 para el grupo 2, 6.29 ± 0.3 para el grupo 3 y 6.36 ± 0.3 para el grupo 4. Se mostró diferencia significativa entre el grupo 3 ($p < 0.001$) y 4 ($p < 0.0001$) comparado con el grupo 1 (**Gráfico N°6**).



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 6. Tiempo promedio de llegada al tronco pulmonar por grupos de peso. En turquesa el grupo 1 (49-55kg, n=18), en rojo el grupo 2 (56-62kg, n=8), en gris el grupo 3 (63-69kg, n=12). ** $p < 0.001$, *** $p < 0.0001$, n.s= no significativo.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

El estudio presento un protocolo angiotomográfico cerebral con una variación de la zona objetivo a censar (tronco pulmonar), con la finalidad de brindar una alternativa para la evaluación del polígono de Willis (arterias cerebrales intracraneales) en equipos limitados en resolución temporal.

Se evaluaron imágenes angiotomográficas cerebrales de 50 pacientes excluyendo a aquellos que presentaron niveles de hemoglobina y presión arterial por debajo o encima de los valores normales.

El estudio obtuvo valores mayores a 300 HU en todos los parámetros de realce arterial medidos en el total de pacientes evaluados, similar a los resultados obtenidos por Takeyama N et al, en los cuales el 91% fueron por encima de este valor, sugiriendo este que las imágenes angiotomográficas cerebrales son óptimas con valores superiores a 300 HU. Por lo tanto, basándonos en esta bibliografía podemos considerar que las imágenes obtenidas mediante nuestro protocolo fueron de calidad óptima. Los realces arteriales estuvieron por encima de los 300 HU tanto en hombres como en mujeres, (Anexo 6).

En relación al tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar obtuvimos un promedio de 5,7 segundos, un valor menor a la media obtenida por Enrique S et al de entre 6 y 7 segundos, esto puede ser explicado debido al uso de un flujo de 6ml/s, mayor al usado por el estudio mencionado (4,5 ml/s), ocasionando que el tiempo de pico de realce sea menor. A mayor velocidad de inyección, más rápidamente se obtiene un realce tanto arterial como hepático y menor es el tiempo de retraso que se necesita. ⁽³⁵⁾

Cuando se analizó si el factor edad influía en los parámetros de realce arterial obtenidos, no se encontro una asociación directa entre estos. Se formo 3 grupos de edades con la finalidad de determinar si existía diferencia entre estos no hallando una diferencia significativa entre estos grupos en relación a los 6 puntos de medida de realce arterial. Es necesario realizar más estudios para poder demostrar este hallazgo ya que la literatura es escasa en relación a este factor.

El gasto cardiaco disminuye con la edad, este es mayor en lo niños y menor en adultos mayores. ⁽³⁶⁾ Como mayor es la eficiencia del corazón, mayor es el pico de realce y menor el tiempo para alcanzarlo ⁽³⁴⁾ y puede influir en el tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar, aumentando entonces este valor progresivamente con la edad. En el estudio la edad influyo el tiempo promedio, observando una correlación directa entre estos, así mismo cuando comparamos este valor entre los tres grupos de edad observamos un mayor tiempo en el grupo de edades de 56 años a más comparado con el grupo de 18 a 35 años; encontrando semejanza a los datos de la literatura. Así mismo el grupo de mayor edad (56 años a más) presento el mayor peso con un promedio de 66,3 kg pudiendo también haber influenciado este hallazgo.

En el estudio se mostro una diferencia significativa entre los grupos de sexo en relación a los parámetros arterial siendo mayores lo obtenidos para el sexo femenino comparado con el masculino. no existen datos en la bibliografía que, muestre la influencia de este parámetro en el realce arterial, nosotros sugerimos que este hallazgo puede relacionarse a el peso de los pacientes ya que en nuestra muestra los pacientes de género femenino tuvieron una media de peso de 56,56 kg comparado con el masculino que fue de 71,8 kg.

Asimismo, cuando se comparó los grupos de sexo de los pacientes con el tiempo de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar observamos que el tiempo fue significativamente mayor en los pacientes del sexo masculino. Al igual que lo encontrado en cuanto a realce arterial, sugerimos que estos resultados pueden deberse al peso.

Similar a lo expuesto en la literatura, el peso del paciente es inverso a la magnitud de realce que produce el contraste. Esto se debe a que el contraste se distribuye por un volumen mayor, disminuyendo su concentración en los tejidos a mayor peso menor será el realce arterial ⁽³⁵⁾, por ello, se debe aumentar tanto la cantidad de contraste como el flujo.

Se observo una correlación inversa entre la variable peso del paciente con los valores de realce arterial y cuando comparamos los 4 grupos de peso resulto en valores mayores de realce arterial en el grupo de 49 a 55 kg de peso comparado a los otros grupos con peso mayor. Nuestro estudio uso 60 ml de contraste con un flujo de 6 ml/s, sin tomar en cuenta el peso de los pacientes; Yoshitaka T et al sugiere que para personas de peso mayores a 60 kilogramos debería usarse una cantidad superior a los 50 ml de medio contraste, incrementando También el flujo (más de 3ml/s) de este, para así obtener valores similares a sus resultados. En nuestro estudio se obtuvieron valores de realce arterial superiores a los mostrados por Yoshitaka T et al, pudiendo deberse al uso de un flujo mayor (6ml/s).

Se observo también que el peso de los pacientes está relacionado directamente al tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar. Asimismo, al relacionar con los grupos de peso establecidos, resulto un tiempo promedio mayor en el grupo de 70 a 79 kg de peso comparado con el grupo de 49 a 55 kg de peso, lo que es explicado según la teoría debido a que, a mayor peso, mayor el tiempo de pico de realce del medio de contraste, ya que el peso es relacionado directamente al volumen sanguíneo, por lo tanto, al tener mayor volumen sanguíneo ocurre una dilución del medio de contraste tardando más en llegar al pico de concentración. ⁽³⁵⁾

Ya que en el protocolo utilizado se puso un umbral Hounsfield de 150 HU, los pacientes de mayor peso alcanzaron el umbral establecido en un mayor tiempo.

En cuanto al tiempo de exploración total del examen angiotomográfico se observó una media de 20.62 segundos, considerando este valor un tiempo adecuado para la realización del examen angiotomográfico, en relación a los valores de realce arterial encontrados. Takeyama N et al consideró en su estudio que el tiempo promedio ideal, desde el comienzo de inyección de contraste hasta antes del barrido tomográfico, era de 19 segundos; con la utilización de 40 ml de contraste a un flujo de 4 ml/s. Nuestro tiempo de exploración total es la suma del tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar, más 8 segundos establecidos en el protocolo, más el

tiempo del barrido tomográfico. Si comparamos el tiempo de inyección de contraste hasta el inicio del barrido tomográfico de nuestro estudio, se obtuvo un valor promedio de 13,73; utilizando 60 ml de contraste a 6 ml/s de flujo. En contraste con Takeyama N et al, nosotros obtuvimos un tiempo promedio menor desde el inicio de inyección de contraste hasta el inicio de la exploración tomográfica, debido probablemente al incremento de nuestro flujo.

Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones al realizar el estudio fue el cese de actividades en el área de tomografía por alrededor de una semana por mantenimiento y reparación del equipo. Así mismo en algunos pacientes hubo dificultad para encontrar una vía periférica adecuada, teniendo que ser excluidos del estudio.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- 1- El protocolo con ROI en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales fue eficiente al obtener imágenes angiotomográficas diagnosticables ya que los parámetros de realce arterial obtenidos con dicho protocolo fueron mayores a 300 HU en todas las estructuras medidas que conforman el polígono de Willis, en el total de los pacientes sometidos al estudio.
- 2- El tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar fue de 5,7 segundos, como media de todos los pacientes que participaron del estudio.
- 3- El tiempo total de exploración del examen angiotomográfico tuvo como promedio una duración de 20,62 segundos. Adicionalmente se obtuvo un promedio de 13,73 segundos desde el inicio de la inyección de contraste hasta el inicio del barrido angiotomográfico: tiempo total de exploración menos el tiempo de barrido (TTE-TB).
- 4- Finalmente, de los factores analizados, el factor edad tuvo influencia directa con respecto al tiempo de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar, pero no presento relación con respecto al realce arterial. Con respecto al factor peso tuvo influencia directa respecto al tiempo de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar y una influencia inversa respecto al realce arterial.

4.2 RECOMENDACIONES

El protocolo con ROI en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales es recomendable para equipos de escasa resolución temporal, sin embargo, para equipos que no presenten esta limitante se sugiere utilizar el protocolo estándar con censado en cuarta cervical debido a que está más cerca del blanco que es el polígono de Willis, siendo más exacto.

Así mismo en pacientes con gasto cardíaco anormal no se recomienda usar este protocolo debido a que el tiempo de retraso tendrá que aumentar en función del paciente, este estudio fue realizado en una población sin problemas de gasto cardíaco aplicando un retraso estándar.

Se sugiere ampliar los estudios para determinar la influencia de otros factores como la presión arterial y la hemoglobina. Así mismo si se desea obtener los mismos valores de unidades Hounsfield que se muestran en este estudio se recomienda usar la misma cantidad y flujo de medio de contraste.

Como última recomendación, si se tiene una cantidad de contraste adecuada, de preferencia se debería emplear el bolus test para poder determinar un tiempo de realce del órgano blanco a estudiar de manera más precisa, siempre y cuando se cuente con software.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Stroke Association. A Division of American Heart Association. Meryland, Estados Unidos 2016. [actualizado: 20 dic 2016; acceso 20 mar 2018]. Disponible en: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/aneurismas_cerebrales.htm
2. Organización Mundial de la Salud. Accidente Cerebrovascular. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 2015. [actualizado: 17 may 2017; acceso 12 mar 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
3. Angel B, Martin L, Esperanza M y cols. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*. España. 2013. 25(5): 211-217.
4. Ministerio de la Protección Social. Indicadores Colombia. Cali, Colombia. 2009. [actualizado:3.abr.2009;acceso.20.abr.2018].Disponible:<http://www.minproteccionsozial.gov.co/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=15895&IDCompany=3>
5. Oficina general de estadística e informática. Ministerio de salud. Principales causas de mortalidad por sexo.Lima,Perú.2014.Disponible:<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/mortalidad/macros.asp?00>
6. Biblioteca nacional. Tomografía computarizada. Estados Unidos. 2017. [actualizado: 15.may.2018;acceso.17.may.2018].Disponible.en:<https://medlineplus.gov/spanish/ctscans.html>.
7. Radiologyinfo.org. Angiotomografía computada. Estados Unidos. 2017. [actualizado: 01.abr.2017;acceso.18.may.2018].Disponible:<https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=angiact>
8. Takeyama N, Kuroki K, Hayashi T, Sai S, Okabe N, Kinebuchi y cols. Cerebral CT angiography using a small volume of concentrated contrast material with a test injection method: optimal scan delay for quantitative and qualitative performance. Inglaterra. *Br J Radiol*. 2012 Sep; 85(1017): 748–755.
9. Takashi S, Akio H, Koji Y, Masatoshi K y cols. Tiempo óptimo de exploración para la separación arteria-vena en la angiografía por TC de todo el cerebro utilizando un escáner de volumen de MDCT de 320 filas. Inglaterra. *Br J Radiol*.2017 feb; 90(1070).

10. Tamura Y, Utsunomiya D, Sakamoto T, Hirai T, Nishiharu T, Urata J y cols. Reduction of contrast material volume in 3D angiography of the brain using MDCT. *AJR.Am.J.Roentgenol.*2010; 195(5): 455-458.
11. Henrique S, Gustavo S, Tiago R, Catherine Y, Orlando S y cols. Pulmonary 64-MDCT angiography with 50 mL of iodinated contrast material in an unselected patient population: a feasible protocol. *RadiolBras.* 2016 Mar-Apr; 49(2): 75–78.
12. Revista chilena de radiología. Angiografía de Cuello y Cerebro por Tomografía Computada.(AngioTC).Santiago,Chile.2017.Disponible:<https://www.sochradi.cl/informacion-a-pacientes/neurorradiologia-cabeza-cuello/angiografia-cuello-cerebro-tomografia-computada-angio-tc/>
13. Román F, Sánchez M, Rabadán M. Practica 1: Vascularización Cerebral. Universidad.de.Murcia,España..2017.Disponible.en:<http://ocw.um.es/cc.sociales/neuropsicologia/practicas-1/practica-1.pdf>
14. Rojas P. Irrigación del sistema nervioso central. 2017. Disponible en: <https://www.u-cursos.cl/commed/2008/1/ODANATOM/1/material.../bajar? id...>
15. Gonzáles X, Landó F. Angiotomografía cerebral: variantes anatómicas más frecuentes del Polígono de Willis ensayo iconográfico. *Rev. Imagenol.* 2014;17(2): 93–97 .
16. Schneider, Felipe L, Antonio C y cols. Variaciones de la arteria cerebral anterior. *Clinical anatomy.* 2000; 1(13): 321-326
17. Dorland N. Arteria cerebral media. *Diccionario enciclopédico ilustrado de medicina Dorland.* 27ª ed. McGraw Hill Interamericana.1996
18. Rocca U, Rosell A, Dávila A, Bromley L, Palacios F. Aneurismas cerebrales. *Revista Neuro-Psiquiatría del Perú.* 2011; 64(4): 35-39.
19. Pardo P, María I. Tratamiento endovascular de los aneurismas cerebrales mediante la utilización del coils largables. Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicación e Intercambio Científico. España. 2009. ISBN 978-84-9887-200-2

20. Perez G, Bevacqua F, Porcile R . Tronco pulmonar: aneurisma de la arteria pulmonar. Rev esp cardiol. 2010;63(2): 240-241.
21. National institute of biomedical imaging and bioengineering, Tomografía computarizada. Estados Unidos. 2017. [actualizado: 24 ene 2012; acceso 20 may 2018]. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temascientificos/tomograf%C3%ADa-computarizada-tc>
22. Bushong S. Manual de Radiología para Técnicos. Física, Biología y Protección Radiológica. (9ª ed.). Elsevier. 2008.
23. Radiologyinfo.org. Exploración del cuerpo por TAC .2013. Repasada.en may-17-2013. Disponible en: <http://www.radiologyinfo.org/sp/pdf/bodyct.pdf>.
24. Centro Endovascular Neurológico. ¿Qué es un estudio angiográfico?.Centro Endovascular Neurológico. Buenos Aires [Acceso el 21 de abril del 2017]. Disponible en: http://www.centroendovascular.com.ar/pdf/que_es_angiografia.pdf
25. Novelline R. Fundamentos de radiología. España.2000. Página 534.
26. Alemañ J. Neuroimágenes en neurooftalmología. Cap47. [Acceso el 21 de abril del 2017]. Disponible en: <http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0oftalmol--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-es-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&c=oftalmol&cl=CL1&d=HASH0cec772c8232a543cae26e.9.6.1.4>
27. Radiologyinfo.org. Angiotomografía computada. Estados Unidos. [actualizado: 01 abr.2017;acceso.20.may.2018]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=angiact>
28. National Kidney Foundation..Evaluation of Laboratory Measures for Clinical Assessment of Kidney Disease: estimation of GFR. Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification.2002
29. María D. Calculo filtrado glomerular estimado (formula). 2017. Disponible en: <https://tuchequeo.com/calculo-filtrado-glomerular-estimado-formula/>

30. Mejia G, Ramelli M y cols. Interpretación clínica del laboratorio. 1ª ed. Editorial Medica Panamericana.2006.
31. Biblioteca nacional de medicina. Presión arterial alta. Estados Unidos. 2018. [actualizado:23.abr.2018;acceso.23.may.2018].Disponible.en:<https://medlineplus.gov/spanish/highbloodpressure.html>
32. Khalsa, N. Essentials of Biochemistry.Jaipur, IND: Global Media, 2008. p 486
33. Biblioteca nacional de medicina. Angiotomografía computarizada: cabeza y cuello. Estados Unidos. 2016. [actualizado: 20 abr 2018; acceso 23 may 2018]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007677.htm>
34. Andrea L, Ricardo F. Protocolli di studio in TC spiralemultistrato. Departemaneto de ciencias radiológicas. Universidad de Roma. Editorial Springer 2008.
35. J. Costa, J. Soria. Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico. Barcelona, España. Editorial ELSEVIER 2015.
36. Guyton A, Hall J. Tratado de fisiología médica. 12ª edición. Madrid, España. Editorial ELSEVIER. 2009. Pag 232. ISBN edición española 13:978-84-8174-926-7
37. UPMC Hillman Cancer Center. 4D CT scans. 2018. Disponible en: <http://hillman.upmc.com/cancer-care/radiation-oncology/diagnostic/4d-ct-scans>
38. Marín C, Alonso B, Urbano G y cols. Protocolos de angio TC en patología aortica: técnicas de supervivencia para el residente en apuros. SERAM. Madrid, España. 2012.Disponible.en:http://postering.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewin_g_poster&task=viewsection&ti=365232
39. Siemens medical. SOMATOM Emotion 6/16-slice configuration application Guide protocols, principles and helpful hints. 2007. Pag 370- 371.

ANEXOS

ANEXO N°1
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Tipo	Escala de Medición	Valores	Fuente de verificación
Tiempo promedio de llegada del bolo de contraste	Intervalo de tiempo medido en segundos.	Tiempo necesario para la llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar.	Promedio de segundos para la llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar.	Cuantitativa	Razón	En segundos	Ficha de recolección de datos
Realce de las arterias cerebrales	Opacificación de los vasos sanguíneos causa del medio de contraste yodado	-Arteria cerebral media porción M1	Promedio de densidades expresado en unidades Hounsfield de las arterias cerebrales determinado mediante un ROI.	Cuantitativa	Razón	Unidades Hounsfield	
		-Arteria cerebral anterior porción A1					
		-Arteria carótida interna segmento clinoides C5.					
		-Arteria carótida interna segmento cavernoso C4.					
		-Arteria carótida interna segmento comunicante C7.					
-Arteria basilar							
Tiempo total de exploración.	Intervalo de tiempo desde el inicio de la inyección de contraste hasta el término del <i>scan</i> angiotomográfico.	Tiempo total de exploración.	Promedio de segundos de realización del examen angiotomográfico.	Cuantitativa	Razón	En segundos	

ANEXO N°2
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es la eficacia del protocolo de angiogramía a con región objetivo de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales en la clínica Good Hope? ¿Lima-2018?	<p>Objetivos Generales</p> <p>Evaluar la eficacia del protocolo de angiogramía con región objetivo de interés en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales en la clínica Good Hope. Lima-2018.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Calcular el tiempo de retraso (<i>delay</i>) de llegada del bolo de contraste para el realce del tronco pulmonar. ▪ Determinar el realce arterial de las estructuras vasculares del cerebro. ▪ Calcular el tiempo total de exploración del examen angiogramíco. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo promedio de llegada del bolo de contraste 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ promedio de segundos para la llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar. 	<p>TIPO: Tipo: Estudio descriptivo, observacional, prospectivo de corte transversal.</p> <p>MUESTRA: En la selección de las imágenes por angiogramía se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que se seleccionaron a los objetos de estudio de manera no aleatoria, según los criterios de selección hasta completar 50 muestras.</p> <p>INSTRUMENTO:</p> <p>Observación, equipo tomográfico, software bolus tracking, software DynEVA, inyector e imágenes adquiridas.</p> <p>ANÁLISIS ESTADÍSTICO:</p> <p>Los datos serán analizados en el programa estadístico Prisma. Calculando las medidas de tendencia central. Se determinará la normalidad de las variables con la prueba de Shapiro-Wilk. La comparación entre variables cuantitativas será con el coeficiente de correlación de Pearson. La significación estadística se fijó en valores de p menores de 0.05.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realce de las arterias Cerebrales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ promedio de densidades expresado en unidades Hounsfield de las arterias cerebrales determinado mediante un ROI. 	
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo total de exploración. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promedio de segundos de realización del examen angiogramíco 	

ANEXO N°3
INSTRUMENTO
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° HC: _____

Datos generales de los pacientes sometidos a angiotomografía cerebral.

1. Edad: _____
2. Sexo: Femenino Masculino
3. Peso (kg): _____
4. Presión arterial: _____

I. Tiempo promedio de llegada del bolo de contraste al tronco pulmonar:

5. Tiempo de llegada del contraste al tronco pulmonar (seg.): _____

II. Realce arterial medido en Unidades Hounsfield (UH):

6. Realce arterial:

Arteria Evaluada	Realce Arterial (UH)
Arteria cerebral media porción M1	
Arteria cerebral anterior porción A1	
Arteria carótida interna segmento clinoides C5	
Arteria carótida interna segmento cavernoso C4	
Arteria carótida interna segmento comunicante C7	
Arteria basilar	

III. Tiempo de exploración total del examen angiotomográfico:

7. Tiempo de total de ejecución del examen angiotomográfico (seg): _____

ANEXO°4

CONSENTIMIENTO INFORMADO

EFICACIA DEL PROTOCOLO DE ANGIOTOMOGRAFÍA CON ROI EN TRONCO PULMONAR PARA LA VISUALIZACIÓN DE ARTERIAS CEREBRALES. CLÍNICA GOOD HOPE, LIMA-2018.

Bach. Renato Jáuregui Iberico

Fecha:

En este estudio se evalúa la eficacia de una modificación del protocolo estándar de Angiotomografía cerebral

Su participación no le significará ningún gasto económico a los pacientes, y no recibirá compensación económica de ningún tipo. La participación en este estudio es voluntaria y puede retirarse de este en cualquier momento que desee sin ningún perjuicio. Asimismo, la información que se recolecte en este estudio será manejada de manera confidencial por el grupo de investigadores, protegiendo en todo momento la identidad del paciente. Puede solicitar información adicional comunicándose con Renato Jáuregui Iberico, o escribiendo al correo: milodescorpio_44@hotmail.com

- Yo..... con DNI, entiendo que con la firma de este documento, será utilizada la imagen de Angiotomografía realizada para el estudio EFICACIA DEL PROTOCOLO DE ANGIOTOMOGRAFÍA CON ROI EN TRONCO PULMONAR PARA LA VISUALIZACIÓN DE ARTERIAS CEREBRALES, he leído y comprendido toda la información dada, estoy satisfecho con esta, he podido formular todas las preguntas que he creído conveniente y me han aclarado todas las dudas planteadas, en consecuencia doy mi consentimiento para la utilización de mi imagen angiotomográfica.

Firma de la participante, DNI

Firma del investigador, DNI

ANEXO 5

SOLICITUD DE AUTORIZACION



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Tecnología Médica



SOLICITUD PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Sr. Gerente del área de centro de diagnóstico por imágenes CLINICA GOOD HOPE

Dr. Juan Astete Tenicela

Presente.-

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para hacerle llegar un saludo cordial y a la vez hacer de su conocimiento que estamos realizando un proyecto de investigación titulado “**EFICACIA DEL PROTOCOLO DE ANGIOTOMOGRAFÍA CON REGION DE INTERES EN TRONCO PULMONAR PARA LA VISUALIZACIÓN DE ARTERIAS CEREBRALES. CLÍNICA GOOD HOPE, LIMA-2018**” Por tal motivo, acudimos a usted para solicitar el permiso para ejecutar la investigación en el **Clínica Good Hope** que Ud. dirige.

Aprovecho la ocasión para hacer extensivo las muestras de nuestra especial consideración y estima.

Atentamente,

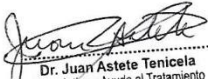


Bachiller Jauregui Iberico, Renato Luis

Estudiante de la E.A.P Tecnología Médica

Área de Radiología.

DNI: 45501169



Dr. Juan Astete Tenicela
Diagnóstico y Ayuda al Tratamiento
GERENCIA
CLÍNICA GOOD HOPE

ANEXO°6

IMÁGENES ANGIOTOMOGRAFICAS

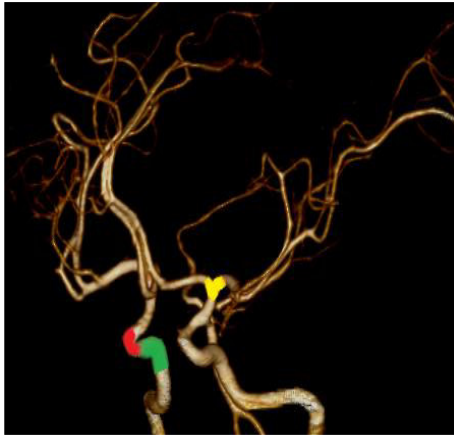
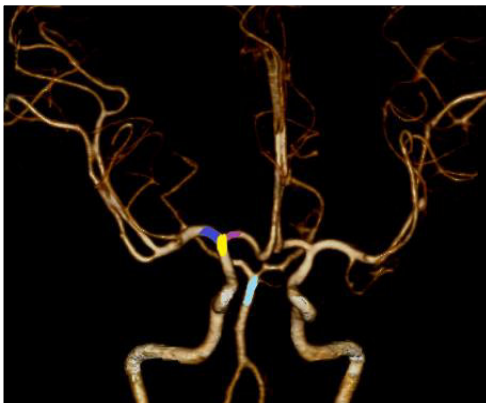


Imagen perteneciente a paciente mujer de 22 años.

- ACI C4 : en color verde con un realce de 546.7 HU
- ACI C5: en color rojo con un realce de 543.9 HU
- ACI C7: en color amarillo con un realce de 556.4 HU



- ACM M1: en color azul con un realce de 552.7 HU
- ACA A1: en color morado con un realce de 516.2 HU
- Arteria Basilar: en color celeste con un realce de 502.9 HU
- ACI C7: en color amarillo con un realce de 556.4 HU

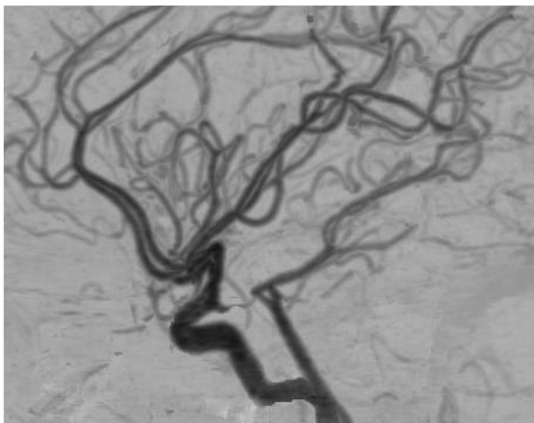


Imagen sagital del circuito arterial del cerebro usando MIP invertido.

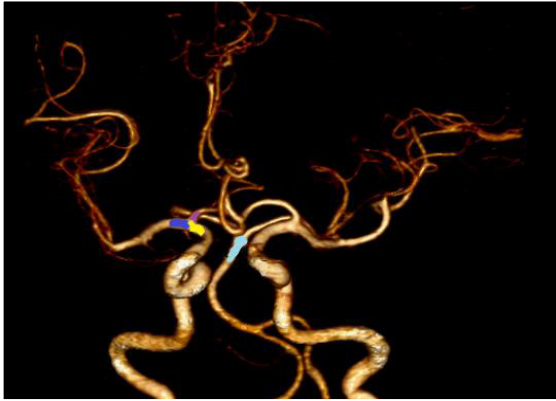


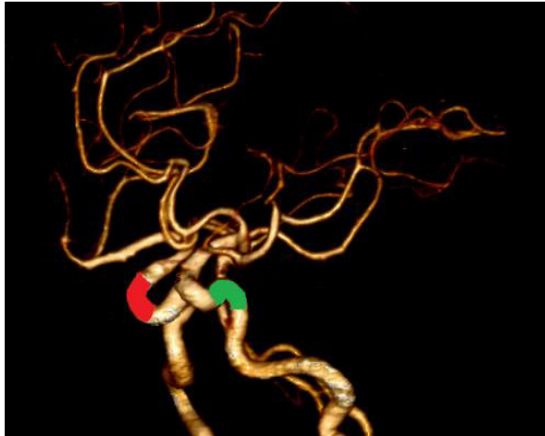
Imagen perteneciente a paciente varon de 56 años

- ACM M1: en color azul con un realce de 465.7 HU

- ACA A1: en color morado con un realce de 415.9 HU

- Arteria Basilar: en color celeste con un realce de 445.6 HU

- ACI C7: en color amarillo con un realce de 472.7 HU



- ACI C4 : en color verde con un realce de 457.3 HU

- ACI C5: en color rojo con un realce de 462.1 HU

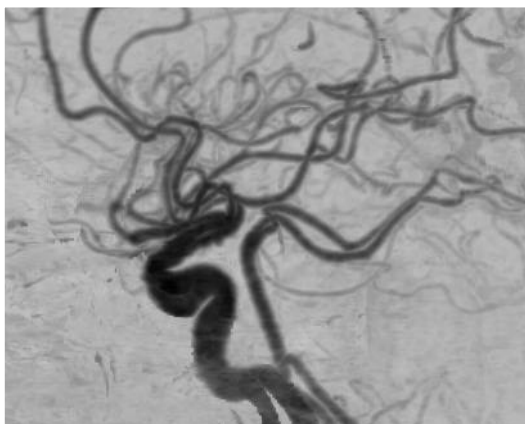


Imagen sagital del circuito arterial del cerebro usando MIP invertido.

ANEXO°7

Protocolo con ROI en tronco pulmonar para la visualización de arterias cerebrales

Nuestro primer paso como siempre en un examen contrastado es verificar la posibilidad de administrar contraste a nuestro paciente, principalmente con una prueba creatinina y glucosa (siempre y cuando el paciente refiera ser diabético) además de ser evaluado tomando en cuenta los siguientes puntos tales como:

- 1- Alergia al ingerir pescados y mariscos
- 2- Hipertensión
- 3- Diabetes
- 4- Alergia a corticoides (administración de dexametasona previo a la inyección de contraste).
- 5- Insuficiencia renal
- 6- Alergia a algún medicamento
- 7- Alergia a los cítricos o algún alimento en especial.

Luego de los exámenes de laboratorio y la previa entrevista, si el paciente cumple todos los requisitos necesarios, se procederá a realizar el examen contrastado en este caso la Angiotomografía cerebral.

Protocolo

Se procede a la colocación de la vía número 18G, es recomendable que sea en la flexura del brazo, esto variara dependiendo de cada individuo. Habiendo posicionado al paciente de cubito supino en la mesa del tomógrafo, centramos el láser 2cm sobre el vértex, a nivel del plano medio sagital y orbitomeatal. El topograma será adquirido en vista antero posterior, abarcará desde la escotadura esternal, hasta el vértex, este se extiende hasta el nivel del tronco pulmonar, para que el equipo pueda censar durante la inyección del medio de contraste. Luego de posicionar al paciente el protocolo consta de tres partes, el barrido simple, angiotomográfico y tardío.

1-Barrido simple

Empezamos planificando un topograma en vista frontal con una longitud de 450 mm.



Ubicamos nuestro grillado desde la base del cráneo dos dedos por debajo en el caso del barrido simple, hasta la finalización de este empezando en dirección caudocraneal.

En el protocolo estándar de cerebro utilizaremos una cobertura de (16*0.6mm), tiempo de rotación de 0.6 segundos, factor de paso (pitch) de 0,6713, kv de 110, mAs/Slice de 220, con una matriz de 512 x 512. Obtendremos un barrido de 150 mm en 11 segundos aproximadamente. Esta primera exploración simple nos dará información vital para la evaluación del parénquima cerebral y alguna anomalía presente, siendo de suma importancia la evaluación de posibles zonas hemorrágicas.

2-Barrido angiotomográfico

Nuestro trabajo empieza desde el vamos, esta parte de la exploración incluirá la utilización del software de bolo de seguimiento (*bolus tracking*), el cual requiere de la planificación para colocar el localizador (locator) y el tracker, los cuales

ubicaremos a la altura de la bifurcación de la tráquea (D4) he aquí el porqué de un topograma tan amplio.



2. a Respecto al localizador (locator) este se encarga de darnos un corte axial, según sea el área de su ubicación, en este caso será por debajo de la bifurcación traqueal obteniendo la siguiente imagen, además aquí también planificaremos nuestro ROI.



2. b El **tracker** nos viene a dar disparos continuos en la misma zona definida previamente con el locator, haciendo un seguimiento del bolo de contraste hasta que

llegue a nuestro ROI. El retraso mínimo entre disparo y disparo es de 2,1 segundos aproximadamente. Una vez explicados ambos puntos podemos entrar de lleno a la exploración angiotomográfica que abarcará desde los parietales superiores hasta 1 centímetro por debajo de la base del cráneo, el barrido se dará en dirección caudocraneal.

Referente a nuestros factores trabajaremos con nuestro valor de pitch más alto que es de 1,5104, tiempo de rotación de 0,6 segundos, colimación de 16*0,6, kv de 110, mAs/Slice 142 (máximo valor obtenido regulado por el pitch y tiempo de rotación) con una matriz de 512 x 512. Obtendremos un barrido de 120 mm en 6.56 segundos aproximadamente. Adquiriremos imágenes de 0.75mm de espesor con un incremento de 0.3 mm. En el protocolo de exploración activaremos el bolus tracking dando un umbral Hounsfield de 150 y un retraso postumbral de 8 segundos.

Programación de inyector y uso de contraste

En cuanto a la programación del inyector todos nuestros pacientes serán sometidos a un flujo de 6 ml/s, una concentración de contraste de 320 mlg/I y una cantidad de 60 ml. Requisito mínimo para un buen realce arterial es tener una tasa de concentración de yodo de 1,5 g/s a 2,0 g/s, es entonces que se cumple con el requerimiento según la siguiente ⁽³⁴⁾ formula:

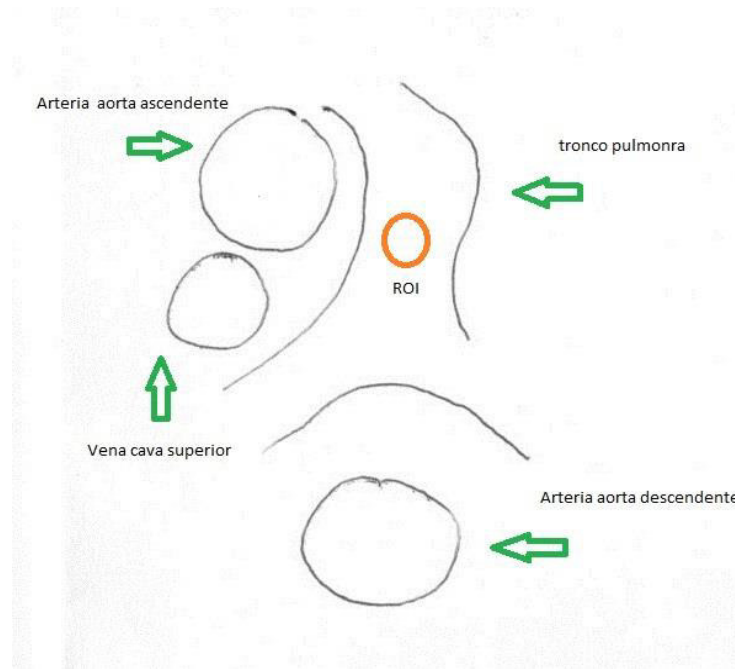
Tasa de concentración (Tc) de mc en sangre = flujo ml/s por la concentración de yodo mlgI/ml

$$Tc = 6 \text{ ml/s} \times 320 \text{ mlg I/ ml} = 1920 \text{ mlg I/s} = 1,920 \text{ gI/s}$$

Usaremos también 60 ml de sustancia de contraste aproximadamente para el estudio angiotomográfico acompañado de 20 ml de cloruro.

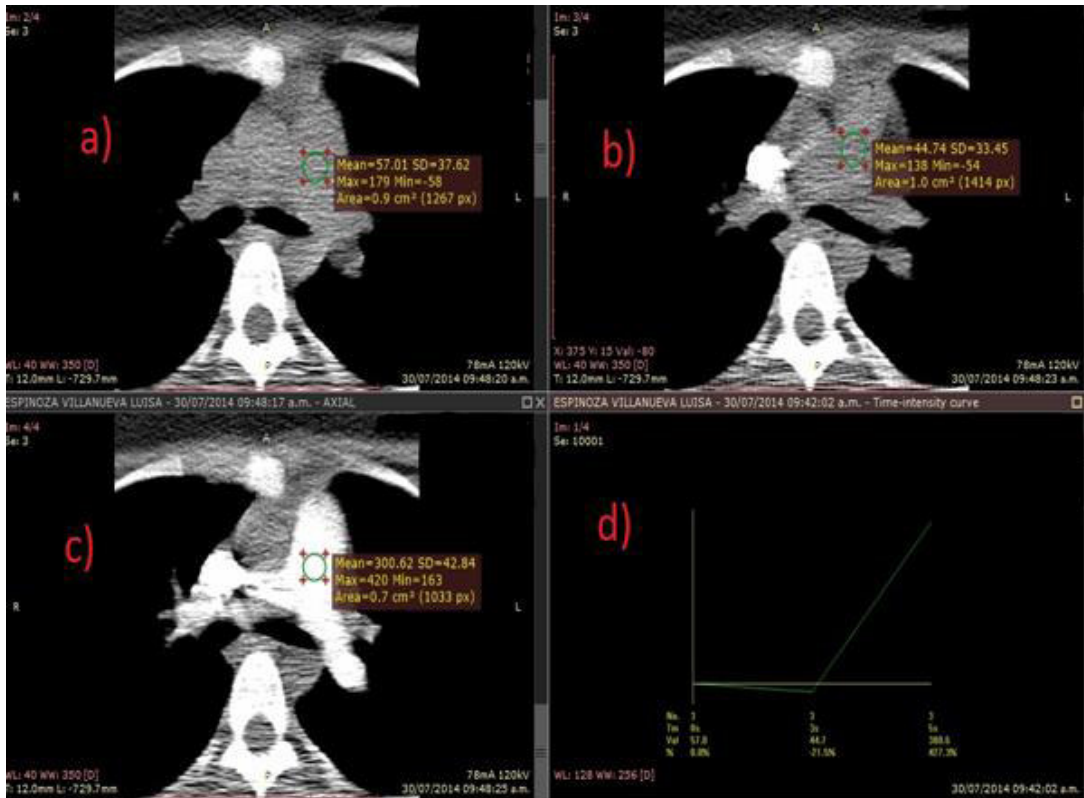
Protocolo angiotomográfico cerebral

Luego de haber programado el barrido simple, la ubicación del localizador, el tracker, el flujo y la cantidad de medio de contraste a usar, ubicaremos el ROI (región objetivo de interés) a nivel del tronco pulmonar otorgándole un umbral de 150UH.



El ROI será puesto en el tronco pulmonar para fines prácticos ya que ganaremos segundos extra en nuestra exploración

Nuestros estudios dieron como resultado que la llegada de bolo de contraste al tronco pulmonar (TP) se dio en 5.7 segundos como promedio.



Como podemos apreciar en el gráfico de arriba vemos que el cuadro **a**, representa el inicio del seguimiento del bolo en el tronco pulmonar, con el ROI presente en este, no se aprecia ningún realce (57HU). El cuadro **b** a diferencia del primer cuadro ya presenta un realce intenso de la vena cava superior tan solo 3 segundos después de haber iniciado la inyección de medio de contraste, el tronco pulmonar ahora presenta 44HU. Respecto al cuadro **c** observamos el realce tanto de la vena cava superior y el tronco pulmonar registrando este último 300UH en promedio tan solo 3 segundos después que la imagen del cuadro **b**, tómesese en cuenta que la raíz aortica aun no presenta realce alguno. Por último, el cuadro **d** representa la curva de realce (eje vertical HU vs tiempo eje horizontal) observamos que en los 3 primeros segundos la curva desciende debido al cambio de densidad en el TP, 3 segundos después la curva se dispara abruptamente a causa del realce del TP que alcanza las 300 HU, todo esto ocurre alrededor de los 6 segundos después del inicio de inyección.

Una vez iniciado el bolo de seguimiento, al alcanzar el umbral programado (150UH) comenzara el conteo postumbral, el cual será de 8 segundos, terminado este comenzara el barrido tomográfico el cual se dará en dirección caudocraneal.

El barrido empezara en la base del cráneo terminando en el vértex. El tiempo de exploración total variara dependiendo de la edad del paciente (debido a que la llegada del medio de contraste al TP variara según la edad) y las dimensiones del cráneo de este (el tiempo de barrido tomográfico puede aumentar o disminuir dependiendo de las dimensiones del cráneo del paciente).

3-Barrido tardío

Ubicamos nuestro grillado desde el vértex del cráneo hasta su base, la dirección del barrido será craneocaudal. El protocolo estándar de cerebro utilizado aquí usara la cobertura máxima del equipo (16*1,5mm), tiempo de rotación de un segundo, factor de paso (pitch) de 0,6713, kv de 110, mAs/Slice de 220 con matriz de 512 x 512. Obtendremos un barrido de 150 mm en 11 segundos aproximadamente.

Esta última exploración nos dará información para la evaluación de la fase venosa cerebral, hemangiomas venosos, estenosis tardías, etc.

ANEXO°8

TECNICAS DE ADMINISTRACION INTRAVENOSA DEL MC

FIGURA 1

Representación de las curvas de realce aórtico en el tiempo con diferentes volúmenes de contraste. A mayor volumen de contraste, con la misma concentración y velocidad de inyección, aumenta el pico de realce y el tiempo en alcanzarlo.

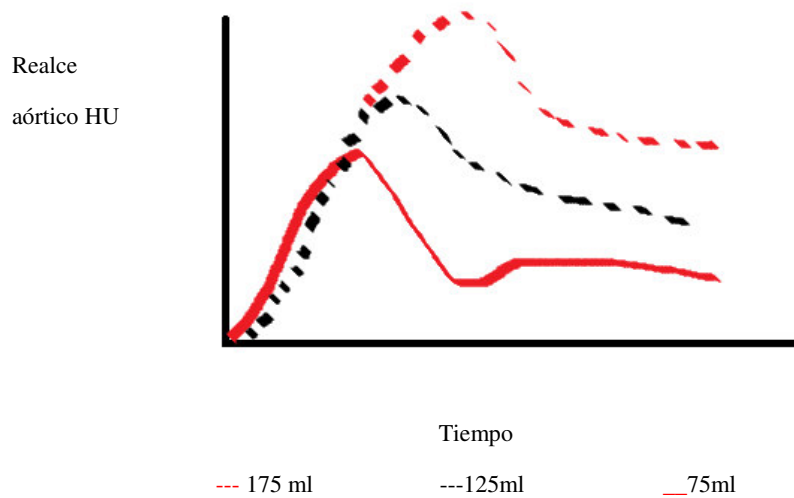


FIGURA 2

Representación de curvas de realce aórtico con diferentes concentraciones, pero con la misma cantidad total de yodo y las mismas velocidades de inyección. Se observa que a mayor concentración se consigue un pico de realce mayor y un menor tiempo.

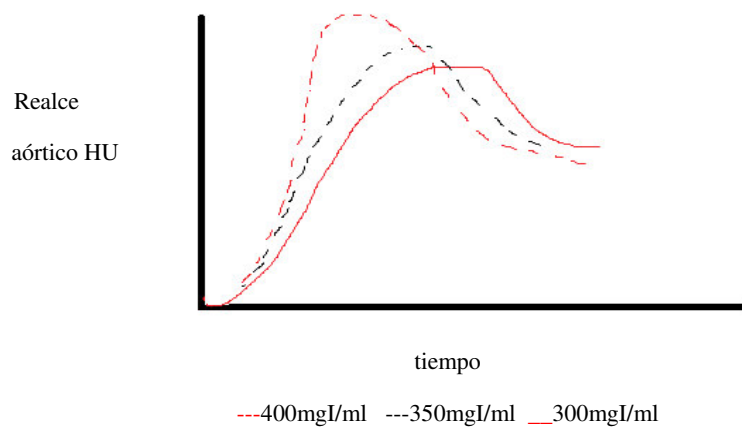


FIGURA 3

Representación de curvas de realce hepático con diferentes concentraciones, pero con la misma cantidad total de yodo y las mismas velocidades de inyección. En este caso no se observan claras diferencias en el realce hepático.

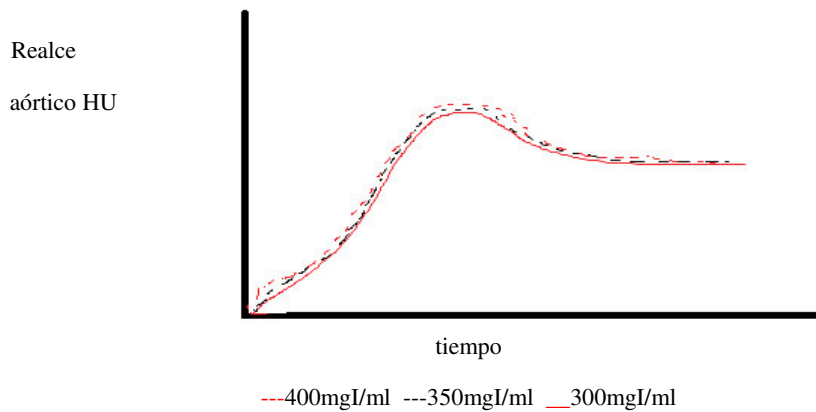


FIGURA 4

Representación de las curvas de realce aórtico en el tiempo con diferentes velocidades de inyección manteniendo la concentración y el volumen de contraste constantes. Se observa un mayor y más temprano pico de realce con mayores velocidades.

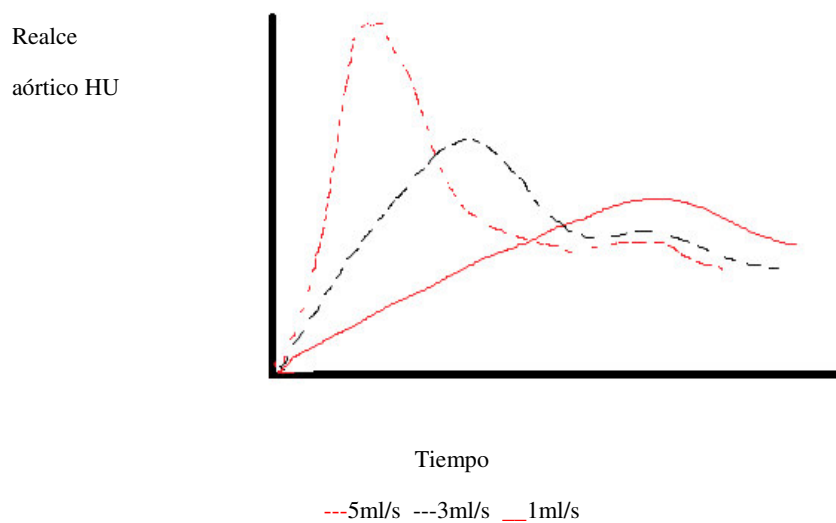


FIGURA 5

Representación de las curvas de realce hepático en el tiempo con diferentes velocidades de inyección manteniendo la concentración y el volumen de contraste constantes. Se observa un mayor y más temprano pico de realce con mayores velocidades.

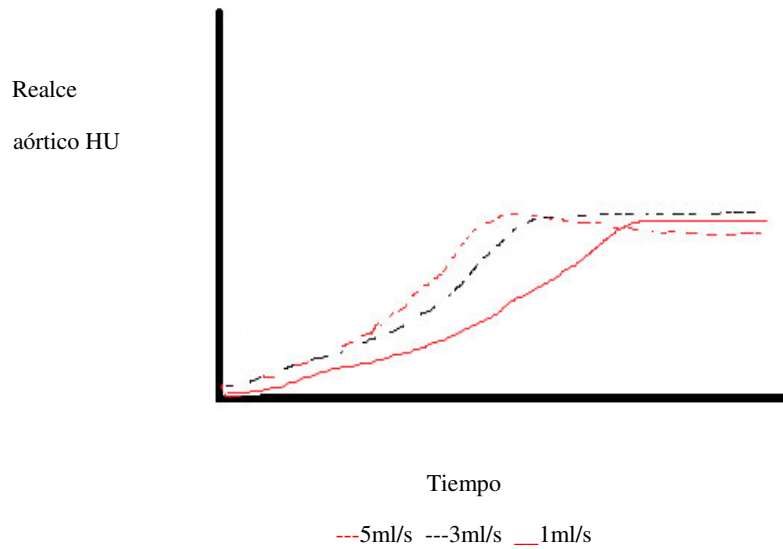


FIGURA 6

Representación de realce aórtico en inyección monofásica o convencional e inyección multifásica.

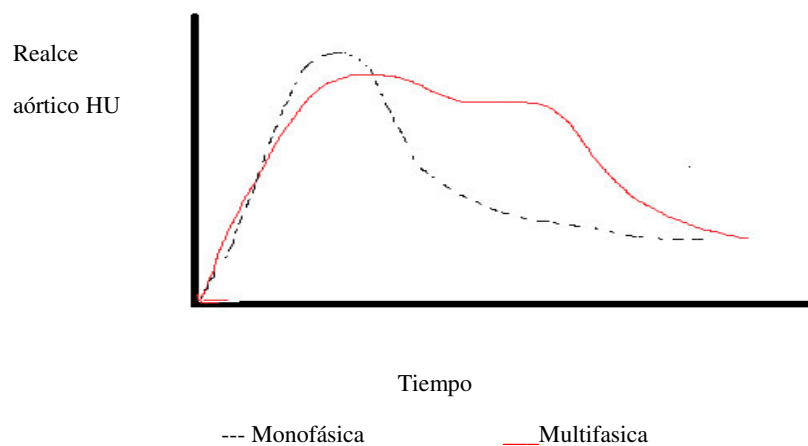
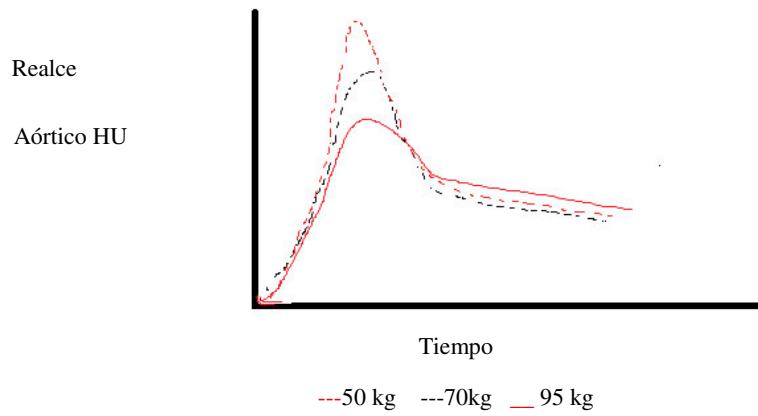


FIGURA 7

Representación del realce aórtico en pacientes con diferentes pesos con la misma concentración y cantidad de contraste administrado a la misma velocidad. A mayor peso se obtiene un menor pico de realce.



ANEXO°9
PROTOCOLOS ANGIOTOMOGRAFICOS

Protocolo angiotomográfico cerebral.

Campo de visión: 25 cm	Campo de exploración: cabeza	
Ajustes de ventana: 140 ww/40 wl para fosa posterior, 90ww/35 wl en vertex		
	16 detectores	64 detectores
Rotación del tubo	0,5 S	0,5 S
Adquisición (anchura de detector x nº de detectores) = cobertura	1,25mmx16 = 20mm	0,625mmx64 = 40mm
Reconstrucción (ancho de la sección/ incremento de reconstrucción)	1,25mm/0,625mm	1,25mm/0,625mm
Pitch	0,938	0,984
KVp/mA	120/500	120/500

Fuente: J Costa, J Soria. Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico. Barcelona, España. 2015 ⁽³⁵⁾

Protocolos de angiotomografía cerebral para equipos Somaton Emotion 6 y 16.

Emotion 16	Angiotomografía cerebral	Reconstrucción
Kv	110	
mAs efectivo/calidad de referencia mAs	70	
Tiempo de rotación	0.6 s	
Adquisición	16x0.6 mm	
Colimación del corte	0.6 mm	
Anchura del corte	3 mm	4 mm
Avance de la mesa	7.7 mm	
Pitch	0.8	
Incremento	3 mm	4 mm
Kernel	H31s	H20s
CTDIvol	12.46 mGy	
Dosis efectiva	Hombre: 0.43 mSv Mujer: 0.48 mSv	

Emotion 6	Angiotomografía cerebral	Reconstrucción
Kv	110	
mAs efectivo/calidad de referencia mAs	70	
Tiempo de rotación	0.8 s	
Adquisición	6x1.0 mm	
Colimación del corte	1 mm	
Anchura del corte	3 mm	4 mm
Avance de la mesa	5.1 mm	
Pitch	0.85	
Incremento	3 mm	4 mm
Kernel	H31s	H20s
CTDIvol	12.88 mGy	
Dosis efectiva	Hombre: 0.37 mSv Mujer: 0.42 mSv	

Inyección de medio de contraste IV	
Flujo	3.5 ml/s
cantidad	75 ml

Fuente: Siemens medical. SOMATON Emotion 6/16- sliceconfigurationapplicationguideprotocols, principles and hepfulhint. 2007. ⁽³⁹⁾