



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA EVALUACIÓN DE
ARTERIAS CARÓTIDAS

COMPUTED ANGIOTOMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF CAROTID
ARTERIES

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA

AUTOR

EVERARDO OLGER BARCO PEÑA

ASESOR

WAYNNER SANCHEZ GARCIA

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO

MG. WAYNNER SANCHEZ GARCIA

Departamento Académico de Tecnología Medica

ORCID : 0000-0002-5300-7332

DEDICATORIA

La presente monografía está dedicada a mi familia, que con su ayuda incondicional me motivan para seguir desarrollándome y continuar capacitándome para ofrecerles un mejor futuro.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por darme la fuerza y sabiduría para culminar este proceso académico, gracias, Dios, porque nunca soltaste nuestra mano a pesar de las dificultades, cansancio y desánimos.

A nuestra Universidad por abrirnos las puertas.

A cada uno de los docentes que participaron en la formación académica durante nuestra estadía en la UPCH, a cada uno de nuestros instructores que brindaron sus conocimientos a nuestro asesor de Monografía, gracias a cada uno por su dedicación y compromiso con la educación y enseñanza.

A nuestros compañeros que hicieron nuestro paso por la universidad una de las mejores aventuras, gracias por el apoyo mutuo.

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia por habernos acogido todos estos meses que duró el desarrollo de nuestra segunda especialidad profesional.

En fin, gracias infinitas a cada persona que de forma directa o indirecta hicieron posible la realización de esta Monografía.

Y gracias a ti que estás leyendo esto.

FINANCIAMIENTO

La presente monografía es autofinanciada por el autor.

DECLARACIÓN DEL AUTOR

El presente trabajo académico titulado “ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA EVALUACIÓN DE ARTERIAS CARÓTIDAS” es original, se han seguido los lineamientos respectivos para respetar la ética en investigación y que el mismo será utilizado para obtener el Título de Segunda Especialidad Profesional en Tecnología en Tomografía Computarizada.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA EVALUACIÓN DE
ARTERIAS CARÓTIDAS

COMPUTED ANGIOTOMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF CAROTID
ARTERIES

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA

AUTOR

EVERARDO OLGER BARCO PEÑA

ASESOR

WAYNNER SANCHEZ GARCIA

LIMA – PERÚ

2025

5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 5% Internet sources
- 1% Publications
- 0% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria Agradecimientos

Declaración del autor

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Marco Teórico	1
1.2. Justificación	5
1.3. Antecedentes.....	6
1.4. Problemática.....	17
II. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo General.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
III. CUERPO	20
3.1 Resultados	20
IV. CONCLUSIONES	22
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24
VI. ANEXOS	28

RESUMEN

La angio tomografía computarizada (angio TC) cumple un rol importante en la evaluación de arteria carótidas (AC). **Objetivo:** Evidenciar la importancia de la angio TC en la evaluación de AC. **Tipo de estudio:** Monografía. **Metodología:** Se ha realizado una revisión y análisis bibliográfico en Elsevier, Lilacs, Google académico sobre de artículos, revistas, compendios entre otros. **Resultados:** El 100% de la literatura revisada considera que la angio TC es importante para estudio de patologías de las AC. Son ventajas: La capacidad para caracterizar placas de ateroma (85%), su alta disponibilidad (40%), su rapidez de adquisición (35%), su mínima invasividad (25%), bajo costo (15%). Son desventajas: la exposición a radiación ionizante y la necesidad de MDIC (85%), la sobreestimación de la patología obstructiva (20%). La ADS es respaldada como el gold estándar, por el 100% de la literatura revisada, con alta resolución, carácter invasivo, exposición a radiación ionizante, alto costo y baja disponibilidad. La ecografía Doppler (80%), con resolución limitada, carácter no invasivo, sin exposición a radiación ionizante, bajo costo y alta disponibilidad. La angio RM (60%), con alta resolución sin necesidad de radiación ionizante, pero con alto costo y baja disponibilidad. La angio TC (40%), con alta resolución, carácter no invasivo, bajo costo y mayor disponibilidad, **Conclusión:** La angio TC es una modalidad de imagen muy importante en la evaluación de las AC. Aunque no es considerada el gold estándar, brinda una cuantificación certera de la composición de la placa.

Palabras claves: *Angiotomografía computarizada, Estenosis carotídea, Diagnóstico por Imagen*

ABSTRACT

Computed tomography angiography (CT angiography) plays an important role in the evaluation of carotid arteries (CA). Objective: To demonstrate the importance of CT angiography in the evaluation of CA. Type of study: Monograph. Methodology: A bibliographic review and analysis was carried out in Elsevier, Lilacs, Google Scholar on articles, journals, compendia, among others. Results: 100% of the reviewed literature considers CT angiography to be important for the study of CA pathologies. Advantages: The ability to characterize atheromatous plaques (85%), its high availability (40%), its rapid acquisition (35%), its minimal invasiveness (25%), low cost (15%). Disadvantages: exposure to ionizing radiation and the need for MDCI (85%), overestimation of obstructive pathology (20%). ADS is supported as the gold standard by 100% of the reviewed literature, with high resolution, invasive nature, exposure to ionizing radiation, high cost and low availability. Doppler ultrasound (80%), with limited resolution, noninvasive character, without exposure to ionizing radiation, low cost and high availability. MR angiography (60%), with high resolution without the need for ionizing radiation, but with high cost and low availability. CT angiography (40%), with high resolution, noninvasive character, low cost and greater availability. Conclusion: CT angiography is a very important imaging modality in the evaluation of CA. Although it is not considered the gold standard, it provides an accurate quantification of plaque composition.

Keywords: Computed tomography angiography, Carotid stenosis, Diagnostic Imaging.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. MARCO TEÓRICO:

Las arterias carótidas (AC) son vasos sanguíneos supraórticos de gran importancia, los cuales se dividen en arteria carótida común derecha e izquierda, luego se bifurcan en el cuello para dar origen a la arteria carótida interna (ACI) y la arteria carótida externa (ACE). La ACI es la encargada de irrigar estructuras intracraneales, y la ACE irriga estructuras extracraneales como la cara y el cuero cabelludo. Estas arterias presentan tres capas: íntima (capa más interna y está recubierta por endotelio), media (consta de músculo liso y fibras) y adventicia (proporciona soporte estructural) (1). Cuando existe disfunción del endotelio se origina la acumulación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la capa íntima desencadenando fisiopatológicamente lo que se conoce como aterosclerosis (con un núcleo lipídico y un capuchón fibroso). Con el tiempo, la placa aterosclerótica puede calcificarse, ulcerarse o romperse, pudiendo ocasionar trombosis y subsecuentemente accidentes cerebrovasculares (2).

Métodos de Ayuda al Diagnóstico por Imágenes de las AC:

La angiotomografía computarizada (angio TC): Es una modalidad de imagen que ha transformado el análisis de las AC, pues brinda una visualización precisa de la anatomía vascular y ayuda a la discriminación de anomalías que pueden conducir a eventos cerebrovasculares, ofreciendo imágenes 3D de alta resolución de los vasos sanguíneos (3). Este procedimiento se lleva a cabo con la inyección de medios de contraste iodado (MDCI) a alta velocidad, a través de un angio catéter de calibre

18 a 20 G, (para asegurar el adecuado paso del MDCI y evitando extravasaciones por incremento de presión); toda vez que el caudal de inyección está entre 4 a 6 ml/s, con un volumen total entre 50 a 100 ml (4).

La ecografía Doppler: Es una modalidad de imagen que se basa en ondas sonoras para estudiar el flujo sanguíneo en las AC, permitiendo la visualización del flujo sanguíneo en tiempo real, de manera eficaz para la detección de estenosis y la cuantificación de velocidad del flujo sanguíneo, lo que puede brindar información de la severidad de la enfermedad carotídea (5).

La angio resonancia magnética (angio RM): Es otra modalidad no invasiva que se basa en campos magnéticos y ondas de radio frecuencia para obtener imágenes de alta resolución de los vasos sanguíneos. En tal sentido, la angio RM brinda una excelente visualización de la anatomía vascular y resulta de gran utilidad para evidenciar la composición de las placas, diferenciando así placas estables e inestables (6).

La angiografía digital por sustracción (ADS): Es una modalidad invasiva donde se administra de MDCI directamente en las arterias carótidas, y seguidamente se obtienen imágenes a través de rayos X. Es considerada el gold estándar en diagnóstico de la patología carotídea gracias a su alta precisión en la detección de estenosis y oclusiones (4).

Ventajas y Desventajas de la Angio TC en la Evaluación de AC:

La angio TC brinda imágenes 3D de alta resolución que permiten una observación detalladamente la anatomía vascular, facilitando la identificación certera de estenosis y placas ateroscleróticas; es un procedimiento de adquisición rápida, no invasivo, riesgos mínimos asociados a complicaciones, entre otros . Por otra parte, son desventajas de la angio TC la exposición a radiación ionizante, la administración de MDCI (asociado a riesgos de reacciones alérgicas y daño renales), sobreestimación de estenosis debido al artefacto de endurecimiento del haz en el caso de placas calcificadas (7).

Comparación de la angio TC con otras modalidades de Imagen:

La angio TC sobresale en comparación con la ecografía Doppler gracias a su capacidad de obtener imágenes 3D de alta resolución, permitiendo visualizar detalladamente la anatomía vascular y la detección precisa de placas ateroscleróticas, fundamentalmente en casos de enfermedad carotídea severa. Aunque la ecografía Doppler es considerada un método accesible y bajo costo, tiene menor resolución y eficacia, ya que depende del operador (5).

La angio RM brinda imágenes de alta resolución y es capaz de analizar la composición de las placas, permitiendo discriminar entre placas estables e inestables. No obstante, la angio TC se posiciona como la modalidad más utilizada para evaluación de la anatomía vascular, por su eficacia y flexibilidad en el contexto clínico, ofreciendo resultados con mayor rapidez (8).

En relación con la ADS, la angio TC se presenta como una alternativa efectiva, primordialmente por ser no invasiva, minimizando complicaciones, como hemorrágicas y reacciones adversas al MDCI. También, la angio TC consta de alta sensibilidad y especificidad, incluso llegando a ser comparables con la ADS, llegando a ser una opción de primera línea de diagnóstico en casos de enfermedad carotídea. No obstante, al ADS sigue siendo el gold estándar en estos casos (4).

Perspectivas Futuras en el uso de Angio TC

La angio TC ha ido evolucionando a través de los años, y su futuro es promisorio ya que los avances tecnológicos (como la TC dual y TC por conteo de fotones) y de software podrían mejorar aún más su capacidad para el estudio imagenológico de las AC, mejorando la calidad de las imágenes, disminuyendo el volumen de MDCI y reduciendo la dosis de radiación ionizante (8).

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Angio Tomografía Computarizada (angio TC):** Método de imagen no invasivo que hace uso de MDCI y obtiene imágenes 3D de los vasos sanguíneos. Permite el estudio de estenosis, oclusiones y placas ateroscleróticas en las AC (4).
- **Estenosis Carotídea:** Estrechamiento del lumen arterial por causa de la acumulación de placas ateroscleróticas, lo que desencadena un una reducción del flujo sanguíneo y eleva el riesgo de accidente cerebrovascular (2).

- **Placa Aterosclerótica:** Acopio de lípidos, células inflamatorias y tejido fibroso en las paredes arteriales, pudiendo obstruir el paso de la sangre (2).
- **Hemorragia Intraplaca:** Presencia de sangre dentro de una placa aterosclerótica, generando inestabilidad y aumentando el riesgo de ruptura y trombosis (5).
- **Insuficiencia Renal:** Situación en la que los riñones están limitados para eliminar adecuadamente los desechos del cuerpo, condicionando el uso de MDCI en la angio TC y ADS (4).
- **Medio de Contraste Iodado (MDCI):** Sustancia líquida que contienen yodo y que permite la mejor visualización de estructuras vasculares en la angio TC. Presenta restricción en pacientes con insuficiencia renal gracias al riesgo de toxicidad (3).

1.2. JUSTIFICACIÓN:

La angio TC ha demostrado ser un método fundamental en el estudio de la enfermedad aterosclerótica de las AC, ya que permite calcular la estenosis, discriminar placas vulnerables y analizar la anatomía vascular con alta resolución. Esta técnica no invasiva es importante para visualizar de manera precoz patologías que elevan el riesgo de ACV (8). En este contexto, es crucial que los tecnólogos médicos en radiología entiendan y dominen los aspectos procedimentales de la angio TC, debido a su responsabilidad en la adquisición ética y profesional de imágenes diagnósticas y en la reducción de riesgos asociados a cada procedimiento.

La relevancia de esta monografía se encuentra en que la angio TC brinda ventajas significativas frente a la ADS, la cual es el gold estándar en la evaluación vascular, pero que es una técnica invasiva y que conlleva a riesgo de complicaciones. También, la incorporación de softwares avanzados y la segmentación automática aumenta la capacidad de detección de las placas ateroscleróticas, optimizando el diagnóstico y tratamiento. Estos avances tecnológicos resaltan la obligatoriedad de que los tecnólogos radiológicos se mantengan actualizados en cuanto al uso de tomógrafos de última generación, garantizando la calidad de las imágenes y reduciendo riesgos (3).

El principal aporte de este trabajo será proporcionar una revisión profunda, crítica y actualizada, permitiendo a los tecnólogos médicos en radiología mejorar su comprensión sobre la importancia de la angio TC, comparándola con otras técnicas como la ecografía Doppler, la angio RM y la ADS.; y permitiendo reforzar su capacidad para trabajar eficazmente con el equipo multidisciplinario, conociendo la modalidad más adecuada para cada paciente y optimizando los resultados clínicos.

1.3. ANTECEDENTES:

- a) Zeng et al. (2024) en su estudio relacionado a la estenosis severa de la arteria carótida interna (ACI), concluyen que la angio TC es una herramienta muy importante de ayuda al diagnóstico debido a su alta sensibilidad (0.93) y especificidad (0.99) para detectar estenosis severas de ACI. La angio TC ofrece ventajas significativas sobre otros métodos. Consideran que la ecografía Doppler presenta limitaciones para detectar lesiones profundas y en la discriminación

de la composición de las placas ateromatosas. Con respecto a la angio RM, la angio TC es un método menos restrictivo y rápido. También consideran que, si bien es cierto que la angiografía convencional es considerada como el gold estándar en la evaluación de estenosis carotídea, tiene limitaciones como el ser un procedimiento invasivo, presentar elevado costo y riesgo de complicaciones; mientras que la angio TC es menos invasiva y presenta una gran correlación diagnóstica con la angiografía convencional. No obstante, la angio TC presenta limitaciones como el de ser susceptible a errores de diagnóstico debido a los artefactos producidos por las calcificaciones y placas calcificadas (9).

- b) Choi et al. (2020) en su investigación relacionada a la diferenciación entre pseudo oclusión y oclusión verdadera de la arteria la ACI, afirman que la angio TC es presenta una sensibilidad (94%) y especificidad (83%) al momento de hacer el descarte de estas dos condiciones, demostrando su importancia como método diagnóstico no invasivo en comparación con la ADS. Mencionan que, dentro de sus ventajas, la angio TC presenta una gran capacidad para visualizar el llenado tardío del medio de contraste yodado, lo cual es vital para detectar pseudo oclusiones que podrían ser mal interpretadas con otras modalidades; además. es menos invasiva que la ADS, es menos riesgosa y más disponible que la angio RM. Sin embargo, la angio TC presenta limitaciones como los artefactos que producen las calcificaciones (10).
- c) Baradaran et al. (2020) consideran importante a la angio TC, pues es una técnica que permite describir las características propias de las placas de ateroma

(calcificación, ulceración y composición de la placa), contribuyendo a un gran análisis del riesgo. Consideran que la ecografía Doppler, tiene limitaciones para evaluar las calcificaciones, debido a una baja resolución, ya que su capacidad de cuantificar la extensión de las calcificaciones y otras características de la placa es inferior. En comparación con la angio RM, la angio TC resalta por su alcance y menor costo, aunque la angio RM presenta una mayor capacidad para detectar hemorragia Intraplaca. Con relación a la ADS, la angio TC es menos invasiva y brinda visualización 3D, facilitando la identificación de estenosis y la planificación de cirugías. No obstante, la angio TC tiene como desventajas, la exposición a radiación ionizante y la necesidad de medio de contraste yodado (contraindicado en pacientes con insuficiencia renal) (11).

- d) Yeung et al. (2024) rescatan que la angio TC y la ecografía tridimensional con contraste juegan un rol complementario importante en la evaluación de placas ateroscleróticas de la ACI. Mencionan que la angio TC brinda una visualización exacta del volumen luminal y es una técnica confiable para analizar el riesgo cardiovascular; y, que tiene la ventaja de cuantificar el volumen de placas de ateroma además de cuantificar la severidad de la estenosis, pero que está limitada por la exposición a radiación ionizante y el uso de medios de contraste yodado cuando se trata de pacientes con insuficiencia renal. Mencionan además que la ecografía Doppler es utilizada en primera línea, pero con las limitantes de ser operador dependiente y que es poco eficaz para estudiar la anatomía profunda y brindar información del volumen de placas de ateroma. Los autores mencionan además que, la angio RM presenta una mayor resolución en la detección de la

composición de las placas de ateroma, pero que es poco accesible y más costosa que la angio TC. También, afirman que la ADS sigue siendo el gold estándar para estudiar la anatomía vascular, pero que al ser un método invasivo, conlleva un alto riesgo de complicaciones (12).

- e) Cau et al. (2023) destacan el rol de la angio TC como una técnica eficaz y complementaria para el estudio de enfermedades carotídeas, en combinación con otros métodos de imagen para una valoración completa de la vulnerabilidad de las placas ateromatosas. Consideran que la angio TC es superior a la ecografía Doppler, puesto que proporciona una visualización de la anatomía vascular profunda y es menos dependiente del operador, aunque si se habla de accesibilidad y el no uso de radiación ionizante la ecografía toma relevancia. La angio RM es superlativa para la visualización del núcleo lipídico y hemorragias Intraplaca, pero la angio TC es preferida por su rapidez y menor costo. La ADS sigue siendo el gold estándar para el análisis detallado de la anatomía vascular, aunque es invasiva y presenta mayor riesgo de complicaciones. Por otro lado, los autores mencionan a la radiación ionizante y la necesidad de administración de medio de contraste yodado como desventajas de la angio TC (13).

- f) Arous et al. (2021) en su estudio que compara a la angio TC con la ADS, en el contexto de la evaluación de la estenosis de las arterias carótidas, mencionan que los resultados de la angio TC tienden a sobreestimar la gravedad de las estenosis carotídeas, lo que podría conllevar a un aumento de recomendaciones

innecesarias de procedimientos de revascularización; a diferencia de la ADS, que permanece como el gold estándar para estos casos (14).

g) Dakis et al. (2023) concluyeron que tanto la angio TC como la angio RM son métodos complementarios, donde la angio RM supera a la angio TC en la determinación de la vulnerabilidad de las placas (hemorragia Intraplaca y el núcleo necrótico lipídico), mientras que la angio TC es más accesible y rápida en situaciones de urgencia (detecta estenosis y la morfología general). En comparación con la ecografía Doppler, la angio TC brinda un análisis más detallado de la anatomía vascular, mientras que la ecografía evalúa solamente el flujo sanguíneo y es operador dependiente. Mencionan además que, la ADS permanece con su estatus de gold estándar para la detección de estenosis carotídea; sin embargo, al ser una técnica invasiva y los riesgos que implica la han relegado a casos más complejos. Entre las desventajas de la angio TC se encuentran la exposición a radiación y la necesidad de contraste yodado, limitando su uso en pacientes con insuficiencia renal (15).

h) Brouwers et al. (2020) Afirman que la angio TC es importante, puesto que permite medir la reducción del diámetro arterial carotideo o el área transversal. La angio TC presenta la ventaja de poder proporcionar imágenes precisas y tridimensionales de las arterias, haciendo más fácil la cuantificación del grado de severidad de la estenosis sin ser invasiva, en contraposición con la ADS, que es el gold estándar (aún con sus riesgos asociados). Entre las desventajas de la angio TC mencionan a la exposición a radiación y la administración de medio

de contraste yodado, lo que limita su uso en pacientes con insuficiencia renal (16).

i) Kigka et al. (2020) destacan la relevancia de la angio TC por su gran capacidad para brindar imágenes precisas y detalladas de la anatomía vascular, permitiendo el análisis del grosor de las paredes arteriales y la visualización de placas cálcicas y no cálcicas. Con respecto a la ecografía Doppler, la angio TC es superior ya que permite visualizar de manera tridimensional las bifurcaciones arteriales y es menos operador dependiente. No obstante, tiene desventajas como la exposición a radiación ionizante y la administración obligatoria de medio de contraste yodado (contraindicado en pacientes con insuficiencia renal). En relación con la angio RM, los investigadores mencionan que, si bien es cierto que la angio TC es más disponible y rápida, la angio RM precisa al momento de evidenciar el núcleo lipídico y la hemorragia Intraplaca de las placas de ateroma. Finalmente, consideran que la ADS es el gold estándar para la evaluación de AC, pero que al ser invasiva la hace más riesgosa y propensa a complicaciones (17).

j) Kim et al. (2024) demostraron que la angio TC es importante en la diferenciación de, oclusión trombótica, pseudo oclusión, enfermedad vascular aterosclerótica y disección arterial. Consideran como ventajas de la angio TC su capacidad para brindar una visualización precisa y no invasiva de las AC, lo cual la hace relevante para tomar decisiones rápidas en emergencias. No obstante, el estudio señala que las desventajas de la angio TC son la susceptibilidad a sesgos diagnósticos en casos de pseudo oclusión y la dificultad para mostrar

correctamente el sitio de la oclusión a causa de la falta de llenado del medio de contraste yodado. Los autores consideran a la ADS como gold estándar, sin importar la invasividad (18).

- k) Horev et al. (2021) afirman que si bien es cierto la angio TC es un método importante de evaluación de patologías obstructivas carotideas, en casos de estenosis moderada y calcificación significativa, se debe considerar la realización de una ADS antes de la realización de endarterectomía carotídea o stenting carotídeo. La principal ventaja de la angio TC es su garantía de ofrecer una evaluación precisa y no invasiva de la anatomía carotídea, con una sensibilidad y especificidad mayores al 90% para la detección de estenosis de arterias carótidas. No obstante, su especificidad decrece en pacientes con estenosis moderada (50-70%) y calcificación extensa; por consiguiente, la angio TC presenta una tendencia a sobreestimar el grado de estenosis en casos con calcificaciones significativas, La ADS, es mencionada como la técnica estándar, por su mayor precisión en el análisis del grado de estenosis, evitando intervenciones innecesarias en aproximadamente un 22% de los casos estudiados por angio TC. Finalmente, se menciona también que la angio TC es muy accesible y menos invasiva que la ADS, pero que la exposición a radiación y el uso de medios de contraste yodado limitan su aplicabilidad en casos de pacientes con insuficiencia renal (19).

- l) Heck y Jost (2021) consideran importante el rol de la angio TC para el descarte de estenosis carotídea, permitiendo medir el grado de estenosis y evaluar la

extensión de las calcificaciones, lo cual es vital para planificar procedimientos quirúrgicos como la endarterectomía carotídea o el stenting carotídeo. Entre las ventajas de la angio TC se mencionan su rapidez y suficiencia para mostrar la anatomía tridimensional; pero, la sobreestimación de estenosis en casos de placas calcificadas y la exposición a radiación ionizante y medios de contraste yodados, son consideradas sus desventajas. En comparación con la ecografía Doppler, la angio TC brinda una evaluación anatómica más exacta, aunque la ecografía es mejor en la evaluación del flujo sanguíneo. En cuanto a la angio RM, la ATC es superior en la evaluación de calcificaciones. La ADS sigue siendo el gold estándar para el cálculo más exacto de estenosis, pero al ser invasiva limita su uso (20).

- m) Fresilli et al. (2022) afirman el importante rol de la angio TC en la detección de las placas ateroscleróticas carotídeas (severidad y vulnerabilidad), pues proporciona imágenes detalladas con alta resolución con gran rapidez, permite calcular el grado de estenosis y muestra ulceraciones en las placas. No obstante, la angio TC presenta la desventaja de requerir obligatoriamente medio de contraste yodado y de sobreestimar las estenosis debido al artefacto de endurecimiento del haz (cuando existen placas calcificadas). La angio TC tiene una mejor sensibilidad y especificidad que la angio RM y la ecografía (ambas sin necesidad de radiación ionizante) para la detección de estenosis; mientras que la angio RM y la ecografía son superiores para evidenciar la composición de las placas ateromatosas y de neovascularización Intraplaca. Los autores consideran que La ADS sigue siendo el gold estándar para la evaluación de

estenosis, aunque su carácter invasivo limita su uso comparándola con la angio TC (21).

n) Fiorina et al. (2021) consideran fundamental el rol de la angio TC cuando se trata de la evaluación de la detección de estenosis y caracterización de placas ateroscleróticas en las arterias carótidas, especialmente. Dentro de las ventajas de la angio TC, mencionan su alta resolución, posibilidad de obtener imágenes 3D, no es invasiva, es más rápida de adquirir y está más disponible. Sin embargo, la exposición a los rayos X y la necesidad de medio de contraste yodado son limitantes. En comparación con otras modalidades, la ecografía Doppler menos sensible y específica, pero es útil en primera instancia por su bajo costo y ausencia de radiación; La angio RM, por su parte, permite describir con mayor precisión la composición de las placas sin uso radiación ionizante, pero su disponibilidad y costo son desventajas. La ADS es el gold estándar, pero su carácter invasivo y el alto riesgo de complicaciones son desventajas (22).

o) Murgia et al. (2020) afirman que la angio TC es relevante al momento de evaluar placas ateroscleróticas en las arterias carótidas. Mencionan que las ventajas de la angio TC son su alta resolución espacial y la capacidad para evidenciar componentes vulnerables de las placas (núcleos lipídicos, hemorragias Intraplaca y capuchones fibróticos finos). No obstante, tiene limitantes como la radiación ionizante y el uso de medio de contraste yodado (contraindicado en pacientes con enfermedad renal). Los autores, consideran a la ecografía Doppler inferior para la evaluación morfológica de las placas, limitándola a la evaluación

del flujo sanguíneo; la angio RM es superior para diferenciar composición interna d las placas, pero la angio TC tiene una mayor resolución espacial. Mientras que la ADS es el gold estándar (23).

p) Del Brutto et al. (2020) consideran que la angio TC es vital para la evaluación de estenosis carotídea, colocándola como una modalidad no invasiva eficiente que ofrece imágenes de alta resolución y reparos anatómicos precisos. Entre sus ventajas se mencionan la capacidad de evidenciar la morfología arterial y placas ateroscleróticas que pueden condicionar estenosis. No obstante, la exposición a radiación ionizante y el uso de contrastes yodados, son limitantes. La ecografía Doppler, que se usa frecuentemente por su bajo costo y accesibilidad, pero es inferior que la angio TC; angio RM brinda una evaluación exacta de la composición de las placas sin uso de radiación ionizante, pero su costo y disponibilidad son mayores; la ADS sigue siendo el gold estándar por su precisión superlativa, pero su al ser invasiva su uso se limita a casos complejos (24).

q) Saba et al. (2022) resaltan la importancia de la angio TC en el descarte de enfermedad aterosclerótica carotídea (cuantificación de estenosis y caracterización de placas), debido a que brinda imágenes de alta resolución, presenta mayor disponibilidad y rapidez en la adquisición; su uso es limitado puesto que utiliza radiación ionizante y medio de contraste yodado, lo que es una restricción en pacientes con insuficiencia renal. En comparación con otras técnicas de imagen, la ecografía Doppler es una opción inicial muy accesible,

pero menos exacta al momento de evaluar la morfología de las placas. La angio RM es mejor para estos casos, sin radiación, pero su costo y disponibilidad son un problema. La ADS es el gold estándar, pero es invasiva y de uso en casos complejos solamente (8).

- r) Lu et al. (2024) en su estudio relacionado a evaluación de estenosis y placas de ateroma en las arterias carótidas mediante la técnica novedosa de angio TC de sangre negra, concluyen es una técnica de gran importancia, pues presentó ventajas como tener consistencia diagnóstica igual o mejor que la angio TC convencional y la angio RM, pudiendo identificar placas de baja densidad y mixtas. Además, consideran que permite visualizar de manera más clara la pared arterial y reducir el artefacto de endurecimiento del haz en casos de calcificaciones severas. No obstante, necesita de mayor tiempo de adquisición e incrementa la dosis de radiación ionizante. Con respecto a otras modalidades de diagnóstico por imágenes, esta técnica es superior a la ecografía Doppler; en relación con la angio RM, la angio TC de sangre negra es más rápida y tiene menos restricciones para pacientes con implantes de metal, pero la angio RM sigue siendo superior al momento de estudiar la composición de placas (25).

- s) Wang et al. (2020) consideran importante el rol de la angio TC para la evaluación de las vías alternas de flujo sanguíneo de la arteria carótida interna en pacientes con oclusión de la arteria carótida común, demostrando que existe una alta concordancia con la ADS (gold estándar), con la ventajosas características de ser no invasiva, más accesible y menos riesgosa, y con las

desventajas de incluir exposición a radiación ionizante y uso de contrastes yodados (contraindicado en pacientes con insuficiencia renal). Los investigadores mencionan además que, la angio TC brinda una mejor visualización de vasos colaterales y estructuras profundas, superando a la ecografía Doppler. La angio RM es mejor al evaluar composición de placas sin uso de radiación ionizante, pero más costosa y menos accesible que la angio TC (26).

- t) Baradaran y Gupta (2020) resaltan la importancia de la angio TC en el estudio de las arterias carótidas, destacando ventajas como su bajo costo, disponibilidad, su alta resolución espacial y su capacidad para diferenciar calcificaciones, irregularidades en la superficie, neovascularización e inflamación del tejido conexo a las placas; entre sus desventajas, los autores consideran a la exposición a la radiación ionizante y la administración de medios de contraste yodado (imposibilitando la atención en pacientes con enfermedad renal aguda). Mencionan también que, la ecografía Doppler sirve para evaluar el flujo sanguíneo y que es inferior a la angio TC en la evaluación de placas arteriales, La angio RM es más sensible para evidenciar placas de alto riesgo, pero la angio TC está más disponible. La ADS es el gold, pero es invasiva con mayores probabilidad de complicaciones (27).

1.4 PROBLEMÁTICA:

En la actualidad el gobierno peruano viene incrementando la capacidad instalada de tecnología en T, lo que significa una oportunidad para fortalecer los servicios de

ayuda al diagnóstico por imágenes en centros hospitalarios de todo el país. Este incremento de equipos responde a la necesidad de tener diagnósticos y tratamientos oportunos, ya que existe una elevada demanda de exámenes TC con tiempos de espera que pueden llegar a más de tres meses; exámenes que se están volviendo vitales para la evaluación de diversas patologías, incluyendo enfermedades cerebrovasculares. Entre estos exámenes de alta demanda se encuentra la angio TC, la cual desempeña un rol importante en la detección y manejo de estenosis de la AC (2).

Bajo este contexto, es importante que los tecnólogos médicos en radiología estén adecuadamente capacitados en el manejo y optimización de la angio TC. El conocimiento con fundamento sobre la importancia de este método de diagnóstico permitirá tener mayor conciencia y mejorar la adquisición de imágenes para contribuir con una adquisición de imágenes adecuada. No obstante, actualmente se visualiza una brecha en la capacitación y actualización profesional en relación con esa técnica. El incremento de la demanda de exámenes de angio TC en los hospitales peruanos hace imprescindible que los tecnólogos en radiología desarrollen competencias específicas, garantizando así el adecuado uso y aplicación de protocolos de adquisición óptimos (8). Teniendo en cuenta todo esto nos hacemos la siguiente pregunta ¿Cuál es la importancia de la angio Tac en la evaluación de las AC? Resolver esta pregunta permitirá identificar las modalidades que se utilizan para llegar al diagnóstico de patologías carotideas más comunes.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evidenciar la importancia de la angio TC en la evaluación de AC.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Evidenciar las ventajas y desventajas de la angio TC en la evaluación AC.
- Comparar los beneficios de la angio TC con otras técnicas de imagen, como la ecografía Doppler, la angio TC y la ADS.

III. CUERPO

3.1. RESULTADOS:

El 100% de la literatura revisada considera que la angio TC juega un rol importante en el estudio de patologías de las AC, como estenosis, calcificaciones y placas vulnerable, facilitando una detección precoz y una planificación oportuna de tratamientos adecuados.

Con respecto a las ventajas de la angio TC en la evaluación de AC, se observa que los artículos revisados mencionan cinco aspectos clave. La capacidad para caracterizar placas de ateroma, con un 85% de consideración como ventaja más importante (capacidad para identificar y analizar las características anatómica y funcionales de las placas de ateroma. En segundo lugar, se encuentra disponibilidad de la técnica con un 40% de consideración, resaltando su mayor accesibilidad en los centros de salud. En tercer lugar, tenemos a la rapidez de adquisición, con un 35% de consideración, reflejando su eficiencia para obtener imágenes en corto tiempo. En cuarto lugar, se considera a la mínima invasividad, con un 25%, convirtiéndola en una opción más segura que la ADS, que es invasiva y con riesgo de complicaciones. Por el tiempo en quinto lugar tenemos su bajo costo, con un 15%, de consideración, aunque puede tener costos más altos que otras técnicas, continúa siendo competitiva (Gráfico1).

En cuanto a las desventajas de la modalidad se mencionan tres aspectos definidos tales como la exposición a radiación ionizante y la necesidad de MDCI, ambas con un 85% de consideración, las cuales nos invitan a tomar conciencia en cuanto a la optimización de dosis de radiación ionizante y los riesgos asociados a los MDCI que pueden generar complicaciones en pacientes con insuficiencia renal o alergias. Además, se considera como desventaja a la sobreestimación de la patología obstructiva debido a artefactos de endurecimiento del haz que se generan en casos de placas cálidas, con un 20 de consideración. (Gráfico 2)

En relación con los beneficios de la angio TC de AC comparada con otras técnicas de diagnóstico por imágenes, la ADS es reconocida como el gold estándar, por el 100% de la literatura revisada, con una alta resolución, pero con carácter invasivo, exposición a radiación ionizante, alto costo y baja disponibilidad. La ecografía Doppler es considerada por el 80 de los autores, con resolución limitada, carácter no invasivo, sin exposición a radiación ionizante, bajo costo y alta disponibilidad. La angio RM, con el soporte del 60% de los antecedentes revisados, ofrece alta resolución sin necesidad de radiación ionizante, pero con alto costo y baja disponibilidad. Finalmente, la angioTC que es considerada por el 40% de la literatura con los siguientes beneficios: alta resolución, carácter no invasivo, bajo costo y mayor disponibilidad, lo que la convierte en la mejor alternativa eficiente entre accesibilidad y precisión diagnóstica. (Gráfico 3)

IV. CONCLUSIONES

- La angio TC es una modalidad de imagen muy importante en la evaluación de las AC. Aunque no es considerada el gold estándar, el uso de softwares avanzados permiten una cuantificación certera de la composición de la placa, posicionándola como método diagnóstico clave en estos casos.
- Las ventajas de la angio TC son su capacidad para caracterizar de manera certera las placas de ateroma, su disponibilidad, la rapidez en la adquisición de imágenes, es mínimamente invasiva, y su costo es competitivo acorde a los beneficios que aporta en términos de precisión diagnóstica y seguridad, convirtiéndola en la opción preferida en la mayoría de los casos.
- La angio TC consta de desventajas considerables en la evaluación de las arterias carótidas, como la exposición a radiación ionizante, el uso obligatorio de MDCl (con riesgo para pacientes sensibles) y posible distorsión de las imágenes por artefactos de endurecimiento del haz.
- La angio TC se posiciona como una modalidad equilibrada, versátil y eficaz para el análisis imagenológico de las AC, mezclando alta resolución, bajo costo y accesibilidad, sin ser invasiva. Aunque la ADS sigue siendo el gold estándar por su precisión diagnóstica, su uso se ve limitado por ser un método invasivo, es de alto costo y de baja disponibilidad. La angio RM sobresale por su resolución sin radiación ionizante, pero tiene alto costo y es de baja accesibilidad.

Finalmente, ecografía Doppler, es accesible y económica, pero con resolución limitada.

Se recomienda a los tecnólogos médicos en radiología especializarse en el uso de angio TC para la evaluación de AC, mantenerse actualizados en el manejo de nuevas tecnologías para garantizar la aplicación de protocolos de adquisición adecuados con excelente calidad, reducción de exposición a radiación ionizante y de los riesgos del MDCI en pacientes vulnerables.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Netter FH. Netter. Atlas de Anatomía Humana. Abordaje Por Sistemas. Elsevier Health Sciences; 2023. 721 p.
2. Alberts MJ, Bhatt DL, Mas JL, Ohman EM, Hirsch AT, Röther J, et al. Three-year follow-up and event rates in the international REduction of Atherothrombosis for Continued Health Registry. *Eur Heart J*. octubre de 2009;30(19):2318-26.
3. Ismail A, Ravipati S, Gonzalez-Hernandez D, Mahmood H, Imran A, Munoz EJ, et al. Carotid Artery Stenosis: A Look Into the Diagnostic and Management Strategies, and Related Complications. *Cureus*. 15(5):e38794.
4. Gillard J, Graves M, Hatsukami T, Yuan C. Carotid Disease: The Role of Imaging in Diagnosis and Management. Cambridge University Press; 2006. 499 p.
5. Naylor AR, Ricco JB, De Borst GJ, Debus S, De Haro J, Halliday A, et al. Editor's choice—management of atherosclerotic carotid and vertebral artery disease: 2017 clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018;55(1):3-81.
6. Hartung MP, Grist TM, François CJ. Magnetic resonance angiography: current status and future directions. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2011;13(1):19.
7. da Silva AA, Moro AB, Toregeani JF. Indications for carotid Doppler ultrasound in asymptomatic patients - are we ordering it correctly? *J Vasc Bras*. 22:e20220084.

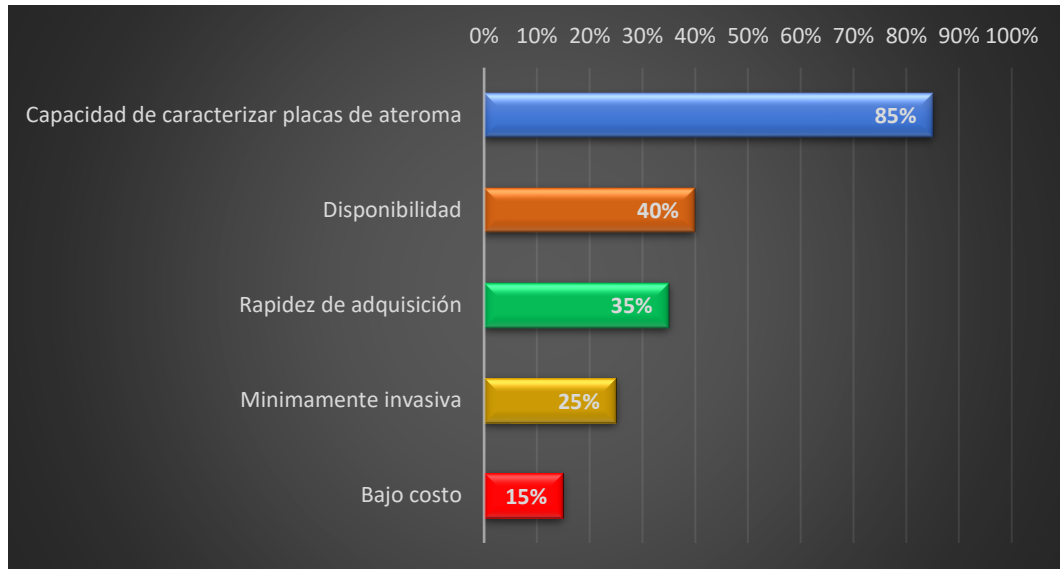
8. Saba L, Loewe C, Weikert T, Williams MC, Galea N, Budde RPJ, et al. State-of-the-art CT and MR imaging and assessment of atherosclerotic carotid artery disease: the reporting—a consensus document by the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *Eur Radiol*. 1 de febrero de 2023;33(2):1088-101.
9. Zeng HL, Shao FQ, Peng XF, Lei CY. Systematic review and meta-analysis of the diagnostic value of computed tomography angiography for severe internal carotid artery stenosis. *BMC Med Imaging*. 14 de agosto de 2024;24(1):215.
10. Choi JH, Jang J, Koo J, Ahn KJ, Sam Shin Y, Kim BS. Multiphasic Computed Tomography Angiography Findings for Identifying Pseudo-Occlusion of the Internal Carotid Artery. *Stroke*. agosto de 2020;51(8):2558-62.
11. Baradaran H, Foster T, Harrie P, McNally JS, Alexander M, Pandya A, et al. Carotid artery plaque characteristics: current reporting practices on CT angiography. *Neuroradiology*. 1 de julio de 2021;63(7):1013-8.
12. Yeung K, Eiberg JP, Collet-Billon A, Sandholt BV, Jessen ML, Sillesen HH, et al. 3-D Contrast-Enhanced Fusion Ultrasound for Accurate Volume Assessment of Vessel Lumen and Plaque in Carotid Artery Disease as Compared With Computed Tomography Angiography. *Ultrasound Med Biol*. 1 de marzo de 2024;50(3):399-406.
13. Cau R, Gupta A, Kooi ME, Saba L. Pearls and Pitfalls of Carotid Artery Imaging: Ultrasound, Computed Tomography Angiography, and MR Imaging. *Radiol Clin North Am*. mayo de 2023;61(3):405-13.
14. Arous EJ, Judelson DR, Agrawal A, Dundamadappa SK, Crawford AS, Malka KT, et al. Computed tomography angiography-derived area stenosis

- calculations overestimate degree of carotid stenosis compared with North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial-derived diameter stenosis calculations. *J Vasc Surg.* 1 de agosto de 2021;74(2):579-585.e2.
15. Dakis K, Nana P, Athanasios C, Spanos K, Konstantinos B, Giannoukas A, et al. Carotid Plaque Vulnerability Diagnosis by CTA versus MRA: A Systematic Review. *Diagnostics.* enero de 2023;13(4):646.
 16. Brouwers JJWM, Versluijs Y, Walderveen MAA van, Hamming JF, Schepers A. Imaging Assessment of Carotid Artery Stenosis Varies in Clinical Practice. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1 de octubre de 2020;60(4):632-3.
 17. Kigka VI, Kyriakidis S, Sakellarios A, Potsika V, Tsakanikas V, Loggitsi D, et al. Three-Dimensional Reconstruction of Carotid Arteries Using Computed Tomography Angiography. En: Jarm T, Cvetkoska A, Mahnič-Kalamiza S, Miklavcic D, editores. 8th European Medical and Biological Engineering Conference. Cham: Springer International Publishing; 2021. p. 1130-6.
 18. Kim BK, Kim B, You SH. Differentiation of Acute Internal Carotid Artery Occlusion Etiology on Computed Tomography Angiography: Diagnostic Tree for Preparing Endovascular Treatment. *Diagn Basel Switz.* 1 de julio de 2024;14(14):1524.
 19. Horev A, Honig A, Cohen JE, Goldbart A, Dizitzer Y, Star M, et al. Overestimation of carotid stenosis on CTA – Real world experience. *J Clin Neurosci.* 1 de marzo de 2021;85:36-40.
 20. Heck D, Jost A. Carotid stenosis, stroke, and carotid artery revascularization. *Prog Cardiovasc Dis.* 1 de marzo de 2021;65:49-54.

21. Fresilli D, Di Leo N, Martinelli O, Di Marzo L, Pacini P, Dolcetti V, et al. 3D-Arterial analysis software and CEUS in the assessment of severity and vulnerability of carotid atherosclerotic plaque: a comparison with CTA and histopathology. *Radiol Med (Torino)*. 1 de noviembre de 2022;127(11):1254-69.
22. Fiorina I, Nanni A, Muzic S, Richelmi F, Raciti MV, Calliada F, et al. Carotid Artery Evaluation. En: Granata A, Bertolotto M, editores. *Imaging in Nephrology* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2021 [citado 11 de octubre de 2024]. p. 307-24. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-60794-4_25
23. Murgia A, Erta M, Suri JS, Gupta A, Wintermark M, Saba L. CT imaging features of carotid artery plaque vulnerability. *Ann Transl Med*. octubre de 2020;8(19):1261.
24. Del Brutto VJ, Gornik HL, Rundek T. Why are we still debating criteria for carotid artery stenosis? *Ann Transl Med*. octubre de 2020;8(19):1270.
25. Lu Y, Cao R, Jiao S, Li L, Liu C, Hu H, et al. A novel method of carotid artery wall imaging: black-blood CT. *Eur Radiol*. 1 de abril de 2024;34(4):2407-15.
26. Wang D, Li Z, Zheng X, Cong H, Zhang T, Wang Z, et al. Head and neck CT angiography to assess the internal carotid artery stealing pathway. *BMC Neurol*. 3 de septiembre de 2020;20(1):334.
27. Baradaran H, Gupta A. Carotid Vessel Wall Imaging on CTA. *Am J Neuroradiol*. 1 de marzo de 2020;41(3):380-6.

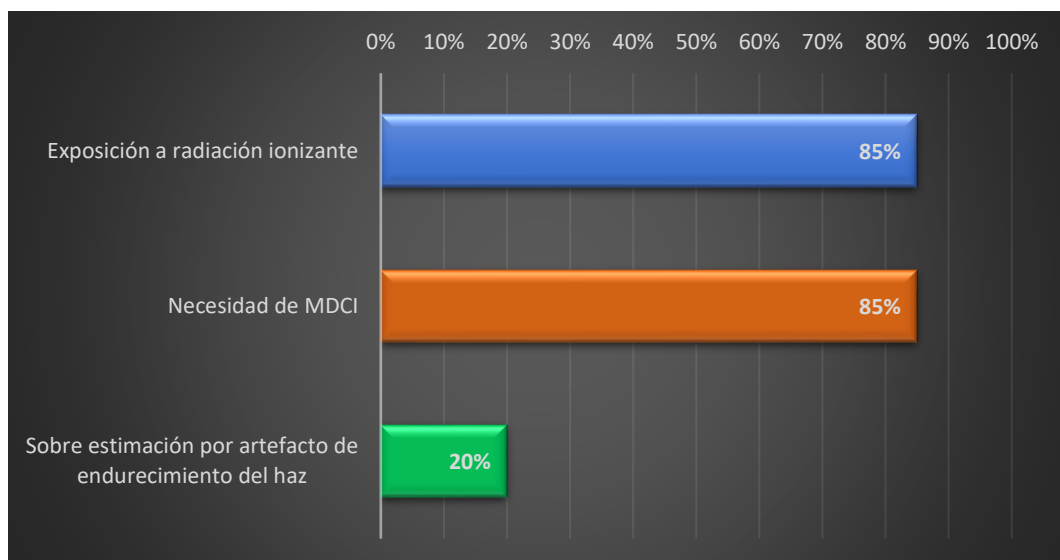
VI. ANEXOS

Gráfico 1: *Ventajas de la angio TC en la evaluación de AC.*



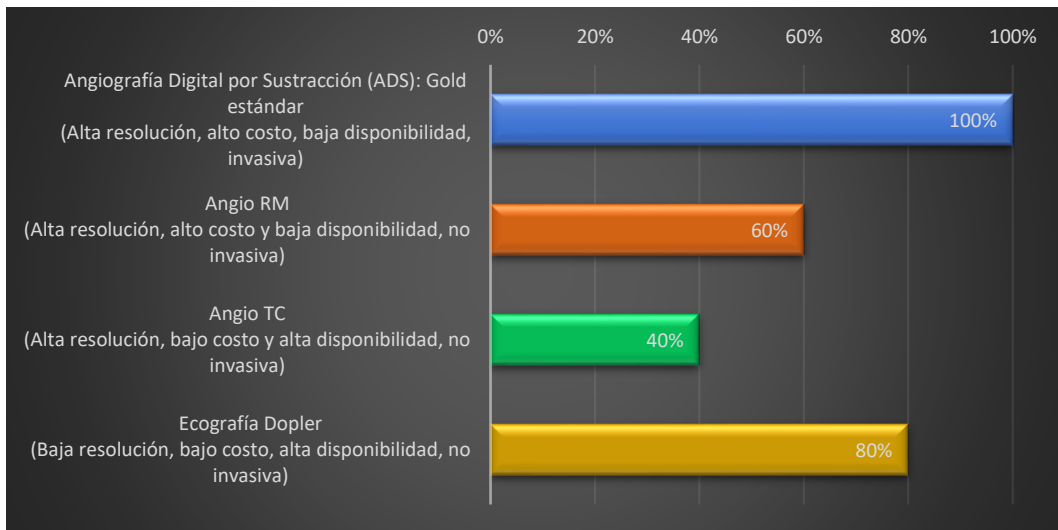
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2: *Desventajas de la angio TC en la evaluación de AC.*



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3: Beneficios de la angio TC versus otras modalidades de imagen.



Fuente: Elaboración propia.