



FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFÍA CON PROTOCOLO DE BAJO
VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL – 2023

Línea de investigación
Biotechnología En Salud

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado Tecnólogo Médico en
Radiología

Autor

Ucharima Maldonado, Yulio Brandon

Asesor

Saldaña Juárez, Jacobo Ezequiel

Código ORCID 0000-0003-0527-5332

Jurado

Sanchez Acostupa, Karim

Pachas Barbaran, Liliana

Meza Salas, Walter Junior

Lima - Perú

2025



"CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFÍA CON PROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL – 2023".docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Ilerna Online Trabajo del estudiante	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	gresis.osc.int Fuente de Internet	<1%



FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFÍA CONPROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL – 2023

Línea de investigación: Biotecnología En Salud.

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado Tecnólogo Médico en Radiología

Autor:

Ucharima Maldonado, Yulio Brandon

Asesor:

Saldaña Juárez, Jacobo Ezequiel

Codigo Orcid: 0000-0003-0527-5332

Jurados:

Sanchez Acostupa, Karim

Pachas Barbaran, Liliana

Meza Salas, Walter Junior

Lima–Perú

2025

Dedicatoria

A mis padres con mucho cariño y amor les dedico el esfuerzo y dedicación depositado en la realización de esta tesis.

Agradecimiento

Inicialmente a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante a mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

Índice

Índice.....	4
Resumen.....	8
Abstract.....	9
I. Introducción.....	10
1.1. Descripción y formulación del problema.....	11
1.2. Antecedentes.....	12
1.3. Objetivos.....	17
- Objetivo General.....	17
- Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación.....	17
II. Marco Teórico.....	19
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación Radiobiología.....	19
III. Método.....	28
3.1. Tipo de investigación.....	28
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	28
3.3. Variables.....	28
3.4. Población y muestra.....	31
3.5. Instrumentos.....	31
3.6. Procedimientos.....	32
3.7. Análisis de datos.....	32
3.8. Consideraciones éticas.....	32
IV. Resultados.....	33
V. Discusión de resultados.....	42
VI. Conclusiones.....	45

VII. Recomendaciones.....	46
VIII. Referencias.....	47
IX. Anexos	51
Anexo I: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
Anexo II: CUESTIONARIO PARA EVALUAR CALIDAD DE IMAGEN.....	52
Anexo III: PRUEBA PILOTO PARA LA VARIABLE CALIDAD DE IMAGEN	54
Anexo IV: FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS.....	55
Anexo V: SOLICITUD DE PERMISO	58
Anexo VI: MATRIZ DE CONSISTENCIA	59

Índice de tablas

Tabla 1. Puntuación para la evaluación de la calidad de imagen.....	26
Tabla 2. Matriz de operacionalización de las variables de estudio.....	29
Tabla 3. Dosis efectiva de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.....	39
Tabla 4. Calidad de imagen según el miliamperaje de adquisición de las angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje	41

Índice de figuras

Figura 1. Edad de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares utilizando el protocolo de bajo voltaje.	33
Figura 2. Sexo de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares utilizando el protocolo de bajo voltaje.	34
Figura 3. Kilovoltaje utilizado en las angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.....	35
Figura 4. Milliamperaje utilizado en la adquisición de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.	36
Figura 5. Pitch utilizado en la adquisición de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.	37
Figura 6. Producto Dosis Longitud (DLP) utilizado en la adquisición de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.	38
Figura 7. Calidad de imagen de las angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.....	40

Resumen

Objetivo: Evaluar la calidad de imagen en la angiotomografía de arterias pulmonares utilizando un protocolo de bajo voltaje en un hospital nacional en 2023. **Metodología:** Se realizó un estudio retrospectivo de corte transversal con 91 pacientes, se utilizó una ficha de recolección de datos y un cuestionario para recopilar la información de las variables de interés y los datos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS V.26.0. **Resultados:** La edad promedio fue de 58.66 años, con un rango de 18 a 91 años, y una ligera predominancia de mujeres (51.65%). Los kilovoltajes utilizados fueron 80 kV y 100 kV, y el milliamperaje osciló entre 270 mA y 665 mA (media de 526.33 mA). El factor de Pitch varió entre 1.2 y 1.50. La dosis efectiva promedio de radiación fue de 2.78 mSv, con un rango de 0.90 mSv a 7.06 mSv. El 76% de las imágenes fueron de calidad buena o excelente, mejorando significativamente con mayores niveles de mA. El Producto Dosis Longitud (DLP) varió entre 53.5 mGycm y 415 mGycm, con una media de 164 mGy*cm. **Conclusiones:** los protocolos de bajo voltaje son efectivos para proporcionar imágenes de alta calidad diagnóstica mientras se mantiene la dosis de radiación en niveles seguros.

Palabras clave: Angiotomografía, Protocolo de bajo voltaje, Calidad de imagen.

Abstract

Objective: Evaluate the image quality in pulmonary artery CT angiography using a low-voltage protocol in a national hospital in 2023. **Methodology:** A retrospective cross-sectional study was conducted with 91 patients. A data collection form was used to gather information on the variables of interest, and the data were processed using the statistical package SPSS V.26.0. **Results:** The average age was 58.66 years, ranging from 18 to 91 years, with a slight predominance of women (51.65%). The kilovoltages used were 80 kV and 100 kV, and the milliamperage ranged from 270 mA to 665 mA (average 526.33 mA). The Pitch factor varied between 1.2 and 1.50. The average effective radiation dose was 2.78 mSv, with a range of 0.90 mSv to 7.06 mSv. 76% of the images were of good or excellent quality, significantly improving with higher mA levels. The Dose Length Product (DLP) ranged from 53.5 mGycm to 415 mGycm, with an average of 164 mGy*cm. **Conclusions:** Low-voltage protocols are effective in providing high-quality diagnostic images while maintaining radiation doses at safe levels.

Keywords: CT angiography, Low-voltage protocol, Image quality.

I. Introducción

La tomografía computarizada angiográfica (ATC) es una modalidad específica de la tomografía computarizada (TC) que incorpora la técnica de angiografía, utilizada para el diagnóstico por imágenes de los vasos sanguíneos. Este método permite la visualización detallada del flujo sanguíneo en arterias y venas mediante la inyección de un material de contraste dentro de los vasos y el uso de rayos X generados por el tomógrafo. Es aplicable en el diagnóstico de diversas enfermedades vasculares que afectan tanto el sistema circulatorio cerebral como la irrigación de órganos y extremidades, incluyendo pulmones, riñones, brazos, piernas y el tórax.

Los rayos X, que son una forma de energía electromagnética denominada radiación, se producen bajo un voltaje específico, el cual determina la fuerza eléctrica que impulsa el movimiento de los electrones, y, por consiguiente, influye en la cantidad de radiación emitida (una mayor tensión implica una mayor intensidad de radiación en el mismo intervalo de tiempo). A diferencia de la luz visible, los rayos X poseen suficiente energía para atravesar el cuerpo humano, y durante su recorrido, una parte de esta radiación es absorbida por los tejidos. Para evaluar los riesgos asociados a la exposición a la radiación, se utiliza la medida conocida como dosis efectiva, que cuantifica el impacto de la radiación en el organismo en su totalidad.

Ante lo expuesto, la investigación se centra en analizar la calidad de las imágenes obtenidas mediante ATC del tórax en función de la dosis de radiación y el nivel de ruido, utilizando un protocolo de bajo voltaje. Esta evaluación es particularmente relevante dado el limitado número de estudios disponibles a nivel nacional sobre esta práctica. Además, se busca establecer la relación entre la dosis, el ruido y la calidad de la imagen, así como evaluar la precisión en la visualización y representación de los órganos al aplicar el protocolo de bajo voltaje en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el año 2023.

1.1. Descripción y formulación del problema

En las exploraciones radiológicas como la ATC, se emplean dosis de radiación relativamente bajas; sin embargo, esto no elimina completamente los riesgos asociados. Una fracción de las mutaciones genéticas y el desarrollo de neoplasias malignas puede atribuirse a la exposición a la radiación natural de fondo, la cual proviene de la radiación cósmica y de radionucleidos naturales presentes en la corteza terrestre y la atmósfera (Agencia Internacional de Energía Atómica, 2013).

Desde 1997, se ha establecido la necesidad de reducir la exposición de los pacientes a la radiación en todos los procedimientos que impliquen radiación ionizante (European Union, 1997). Tanto las instituciones responsables como los profesionales que operan equipos de radiación ionizante deben cumplir con las normativas vigentes para limitar la exposición. Una estrategia clave para reducir la dosis de radiación es disminuir la energía empleada en la generación de rayos X, lo que a su vez reduce la intensidad de la radiación emitida.

Es importante destacar que la dosis efectiva asociada a algunas pruebas de TC es considerablemente alta en comparación con otras técnicas de diagnóstico por imagen. De hecho, la TC contribuye actualmente con aproximadamente la mitad de la dosis colectiva total atribuida a las exploraciones radiológicas. Por lo tanto, resulta fundamental caracterizar adecuadamente la ATC y aplicar estrategias para minimizar la dosis recibida por los pacientes, tales como la adopción de protocolos de baja energía, garantizando al mismo tiempo que las imágenes obtenidas sean lo suficientemente detalladas para un diagnóstico preciso y eficaz.

Problema general:

¿Cuál es la calidad de imagen obtenida en la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares cuando se utiliza un protocolo de bajo voltaje en un hospital nacional en el año 2023?

Problemas específicos:

- ¿Cuál es la edad y sexo de los pacientes que se realizaron angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje?
- ¿Cuál es la dosis efectiva de radiación para el paciente en el examen de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares en un protocolo de bajo voltaje?
- ¿Cuáles son los parámetros de adquisición de una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje?
- ¿Cuál es la calidad de imagen de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonadas usando un protocolo de bajo voltaje según los parámetros de adquisición?

1.2. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Qiu y Col (2023) llevaron a cabo un estudio con el propósito de comparar la calidad de imagen y el índice de embolia Qanadli entre dos métodos de reconstrucción de imágenes: el aprendizaje profundo (DLR) y la reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASiR-V), en la angiografía pulmonar por tomografía computarizada (CTPA) con dosis reducida de contraste y radiación. El análisis incluyó a 88 pacientes que se sometieron a CTPA de doble dosis baja en el hospital afiliado a la Universidad Médica de Xuzhou, entre octubre de 2020 y marzo de 2021. Para los exámenes, se utilizó un voltaje de 80 kV y 20 ml de agente de contraste, y los datos de las imágenes se reconstruyeron mediante los métodos DLR y ASiR-V. Los hallazgos indicaron que el ruido de imagen fue notablemente menor y las relaciones señal-ruido (SNR) y contraste-ruido (CNR) fueron significativamente superiores en el grupo DLR. Además, la calidad de imagen evaluada subjetivamente obtuvo puntuaciones más altas en el grupo DLR, aunque no se observaron diferencias significativas en el índice de embolia Qanadli ni en la tasa de detección positiva entre los grupos evaluados. Por tanto, se concluyó que la reconstrucción de imágenes mediante DLR mejora significativamente la calidad de la imagen en la CTPA de doble dosis baja en comparación con ASiR-V.

Tetteh y Col (2020) diseñaron un estudio con el objetivo de evaluar la calidad de imagen en tomografías computarizadas de tórax utilizando dosis ultra bajas, a través de la comparación de seis algoritmos de reconstrucción iterativa (IR). Se empleó una fantoma de pulmón y se escaneó en cuatro tomógrafos distintos, utilizando voltajes de tubo fijos y los valores más bajos de miliamperios-segundo (mAs) disponibles, logrando niveles de dosis de entre 0.1 y 0.2 mGy (80 kVp) y de 0.3 a 1 mGy (140 kVp). Las imágenes resultantes se reconstruyeron con los algoritmos IR disponibles en los equipos, y se evaluaron en términos de ruido de imagen, relaciones señal-ruido (SNR), relaciones contraste-ruido (CNR), uniformidad, y el espectro de potencia de ruido (NPS). Los resultados indicaron que, al aumentar la dosis, mejoraron los parámetros de calidad de imagen en todos los algoritmos. A niveles de dosis equivalentes, los algoritmos basados en modelos mejoraron de manera más significativa la CNR de las lesiones en comparación con los algoritmos estadísticos. Todos los algoritmos evaluados a 0.1 mGy mostraron frecuencias de pico NPS inferiores a las observadas a 0.39 mGy. Además, a diferencia de las técnicas estadísticas, los algoritmos basados en modelos presentaron frecuencias de pico NPS más bajas en las dosis más bajas, lo que indica una textura de ruido más gruesa y granulosa. En conclusión, el estudio enfatiza la importancia de evaluar los algoritmos IR cuando se implementan en la práctica clínica.

Rajiah y Col (2019) realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar si la calidad de imagen y la mejora vascular se mantenían en la angiografía pulmonar por tomografía computarizada (CTPA) utilizando dosis ultrabajas de contraste y una radiación optimizada, empleando un escáner de fuente dual de segunda generación en modo helicoidal de alta velocidad. El estudio incluyó una revisión retrospectiva de pacientes oncológicos sometidos a CTPA con 30 mL de medio de contraste, midiendo la atenuación, el ruido y la relación señal-ruido (SNR) en las arterias pulmonares. Tres evaluadores calificaron la calidad de las imágenes mediante una escala Likert de 5 puntos. La muestra consistió en 151 pacientes (50 hombres y

101 mujeres) con un índice de masa corporal (IMC) de 13-38 kg/m², encontrándose embolia pulmonar en 29 casos (18.9%). Los resultados mostraron que la mejora del contraste y la SNR fueron excelentes (395.3 ± 131.1 y 18.3 ± 5.7 , respectivamente), y la calidad de la imagen fue muy alta, con puntuaciones promedio de 4.83 ± 0.48 para la calificación de calidad visual estructural (CVE) y 4.68 ± 0.65 para la calidad visual percibida (PVE), además de un promedio de 4.78 ± 0.47 en la relación ruido/calidad. La dosis de longitud del producto (DLP) promedio fue de 161 ± 60 mGy.cm. En conclusión, este enfoque permite obtener imágenes CTPA de alta calidad diagnóstica con una cantidad mínima de contraste y una baja exposición a la radiación.

Schicchi et al. (2019) llevaron a cabo un estudio comparativo para evaluar la dosis de radiación y la calidad de imagen en la angiografía por tomografía computarizada (CTA) de las extremidades inferiores, comparando dos técnicas: una basada en tomografía computarizada de fuente única (SSCT) y otra utilizando tomografía computarizada de fuente dual (DSCT). En la investigación, participaron 60 pacientes divididos en dos grupos, donde uno se sometió a un protocolo de adquisición craneocaudal con SSCT y el otro a un protocolo de adquisición caudocraneal tipo flash con DSCT. Los hallazgos revelaron que la técnica DSCT proporcionó una calidad de imagen superior, especialmente en arterias pequeñas situadas por debajo de la rodilla, debido a un mejor contraste y menor ruido. Además, se observó una reducción significativa en la dosis de radiación, aproximadamente un 40%, en comparación con la técnica SSCT. En resumen, la adquisición caudocraneal flash con DSCT no solo mejora de forma considerable la calidad de la imagen, sino que también disminuye la exposición a la radiación, haciendo de esta técnica una opción más segura y eficaz para la CTA de las extremidades inferiores en comparación con la técnica de fuente única.

Aldosari y Col (2019) llevaron a cabo una investigación para evaluar la viabilidad y utilidad clínica de la angiografía pulmonar por tomografía computarizada (CTPA) utilizando un protocolo de doble dosis baja en el diagnóstico de embolia pulmonar. El análisis incluyó 13

estudios que cumplieran con los criterios de selección, evaluando tanto la reducción en la dosis de radiación (con voltajes de 70 u 80 kVp frente a 100 o 120 kVp) como los protocolos de reducción del volumen de medio de contraste en CTPA. Los hallazgos mostraron que en 12 de los estudios analizados, la CTPA con dosis baja logró reducir la dosis de radiación en un rango que iba del 29.6% al 87.5% (variando entre 0.4 y 23.5 mSv), aunque un estudio reportó un incremento en la dosis dentro del grupo de tomografía computarizada de doble energía. Además, la disminución en el volumen del medio de contraste osciló entre un 25% y un 67% en comparación con los protocolos estándar. En cuanto a la calidad de imagen cuantitativa, los resultados fueron variados, con algunos estudios reportando mejoras, otras disminuciones y algunos sin cambios apreciables. La evaluación subjetiva de la calidad de imagen indicó que en 11 estudios la CTPA con dosis baja presentó una calidad comparable a la de los protocolos estándar, mientras que un estudio reportó una mejor calidad de imagen con el uso de la dosis baja. En conclusión, esta revisión evidencia que la CTPA con doble dosis baja es una opción viable para el diagnóstico de embolia pulmonar, permitiendo reducciones significativas tanto en la dosis de radiación como en el uso de medio de contraste, sin comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes obtenidas.

Antecedentes nacionales

Peña y Huamán (2023), en su tesis, se propusieron identificar los factores clínicos y del protocolo que afectan la calidad de imagen en las ATC. El estudio incluyó 50 ATC entre septiembre y noviembre de 2022. Los hallazgos revelaron que las FC superiores a 70.3 lpm estaban asociadas con una buena calidad de imagen ($p=0.016$) y que la administración de contraste a un flujo mayor a 5 mL/s resultó en imágenes de excelente calidad diagnóstica ($p=0.012$). En contraste, factores como el sexo, índice de masa corporal (IMC), puntuación de calcio, volumen de medio de contraste, diámetro de las arterias coronarias, kV y dosis de radiación no mostraron una influencia significativa en la calidad de las imágenes. Los autores

concluyeron que mantener las frecuencias cardíacas por debajo de 70 lpm y administrar el contraste a un flujo superior a 5 mL/s optimiza la calidad de imagen para el diagnóstico.

Álvarez (2018), en su tesis, llevó a cabo una investigación para evaluar la calidad de imagen en tomografías abdominales, centrándose en la relación con la dosis de radiación y el nivel de ruido en tres marcas distintas de tomógrafos. El estudio, que fue de tipo observacional analítico, con un diseño transversal y retrospectivo, abarcó un total de 379 exámenes tomográficos de abdomen. Los hallazgos revelaron que el tomógrafo Philips registró la dosis de radiación más elevada, mientras que el equipo Siemens mostró un mayor nivel de ruido. Sin embargo, no se observó una correlación significativa entre la calidad de las imágenes y las variables de dosis o ruido. En cuanto a la calidad subjetiva percibida, el tomógrafo de General Electric destacó por producir imágenes óptimas con mayor frecuencia. La capacidad de visualizar los órganos abdominales, incluyendo el diafragma, hígado, bazo y aorta, alcanzó casi el 100% en todos los equipos estudiados.

Mayuri (2018), llevó a cabo una comparación del nivel de ruido en imágenes de tomografía computarizada cerebral, evaluando dos técnicas diferentes: la retroproyección filtrada y la reconstrucción iterativa. El estudio, que siguió un diseño cuantitativo, observacional, analítico-comparativo, de tipo transversal y prospectivo, incluyó 67 estudios de tomografía cerebral. Los resultados indicaron que la técnica de reconstrucción iterativa logró reducir de forma significativa el ruido en las imágenes en comparación con la retroproyección filtrada. En áreas específicas como la sustancia gris, la sustancia blanca, el líquido cefalorraquídeo y el aire, la reconstrucción iterativa mostró una relación señal-ruido superior, lo que resultó en imágenes más nítidas y con menor interferencia de ruido. Además, se observó una mejora notable en la relación contraste-ruido, lo que permitió una mayor claridad y distinción en los detalles de las imágenes.

1.3. Objetivos

- Objetivo General

Evaluar la calidad de imagen obtenida en la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares cuando se utiliza un protocolo de bajo voltaje en un hospital nacional en el año 2023.

- Objetivos específicos

- Describir la edad y sexo más frecuente de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje
- Determinar la dosis efectiva de radiación para el paciente en el examen de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares en un protocolo de bajo voltaje.
- Describir los parámetros de adquisición de una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.
- Determinar la calidad de imagen de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares usando protocolo de bajo voltaje según los parámetros de adquisición.

1.4. Justificación

La angiografía por ATC representa una alternativa menos invasiva en comparación con la angiografía tradicional, la cual requiere la inserción de un catéter delgado a través de una arteria en el brazo o la pierna hasta alcanzar la zona de interés. En contraste, la ATC no implica la introducción de dispositivos en el cuerpo; sin embargo, es fundamental considerar la dosis de radiación que el paciente absorbe durante este procedimiento de diagnóstico.

La protección radiológica y la minimización de la dosis absorbida han sido preocupaciones centrales para los expertos que realizan exámenes radiológicos. Aunque la relación entre el riesgo estocástico asociado a la exposición a la radiación en los estudios de imagen sigue siendo un tema de debate, el principio ALARA es ampliamente aceptado. Este principio postula que la dosis de radiación administrada al paciente debe ser la mínima posible,

siempre y cuando no se comprometan la calidad diagnóstica de las imágenes ni la eficiencia en términos de costos. Para ello, es crucial reducir el volumen de radiación incidente lo máximo posible, sin afectar la precisión y el valor diagnóstico de los estudios por imágenes.

Por estas razones, se justifica la realización de esta investigación, la cual tiene como objetivo evaluar la calidad de imagen en ATC de tórax en función de la dosis de radiación y el nivel de ruido utilizando un protocolo de bajo voltaje. Este enfoque es especialmente relevante debido a la escasez de estudios a nivel nacional sobre la materia. Adicionalmente, el estudio busca establecer la relación entre la dosis de radiación, el ruido y la calidad de las imágenes, así como evaluar la capacidad de visualización y reproducción de los órganos aplicando un protocolo de baja energía.

II. Marco Teórico

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación Radiobiología

La radiobiología es la disciplina científica que estudia los efectos provocados por las radiaciones ionizantes en los seres vivos. Su relevancia radica en la necesidad de evaluar y cuantificar la radiación absorbida por los organismos, con el propósito de entender sus efectos y determinar los riesgos involucrados (Ordóñez, 2017).

Existen dos razones clave que han impulsado la investigación sobre los efectos biológicos de la radiación ionizante en la materia viva. La primera es la protección radiológica, que tiene como objetivo asegurar el uso seguro de la radiación tanto en el ámbito médico como en el industrial. La segunda se relaciona con la radioterapia, donde las radiaciones ionizantes se emplean principalmente para tratar neoplasias, buscando eliminar las células cancerosas mientras se preservan en la mayor medida posible los órganos y tejidos críticos cercanos a la zona tratada (Beyzadeoglu, 2010).

Radiaciones ionizantes

Son aquellas presentes en el espectro electromagnético donde la energía de los fotones es lo suficientemente elevada para provocar la ionización de átomos en las moléculas que absorben dicha radiación. Según la OMS, este tipo de radiación corresponde a una forma de energía emitida por los átomos, ya sea en forma de ondas electromagnéticas o de partículas (Organización Mundial de la Salud, 2016).

Las fuentes de radiación ionizante con potencial riesgo incluyen los rayos X de alta energía, empleados tanto en radiodiagnóstico como en tratamientos terapéuticos, así como materiales radiactivos naturales como el radio. Además, existen otras fuentes significativas, tales como los reactores nucleares, ciclotrones, aceleradores lineales y materiales radiactivos artificiales, como el cobalto y el cesio, que tienen aplicaciones en los campos médico e industrial (Llordén, 2021).

Respecto a los rayos X utilizados en el presente estudio con fines diagnósticos, los riesgos relacionados con su uso son mínimos frente a los beneficios obtenidos. En la actualidad, y en concordancia con las recomendaciones de la ICPR se han implementado estrictos estándares de seguridad que han logrado reducir al mínimo los efectos adversos de las radiaciones ionizantes en la medicina (International Commission on Radiological Protection, 2001).

Dosis de radiación

En países desarrollados, la dosis media anual derivada de procedimientos diagnósticos ronda los 1,0 mSv, aunque en algunos casos puede alcanzar hasta 100 mSv. Asimismo, en el tratamiento del cáncer, se utilizan dosis muy elevadas de radiación con el objetivo de eliminar las células tumorales (dosis terapéuticas).

La dosis varía según diversos factores, como las características del paciente y el tipo de procedimiento. Además, existen diferencias considerables entre las dosis utilizadas en distintas pruebas diagnósticas. Según estimaciones del UNSCEAR, la dosis media anual de exposición médica a la radiación por persona es de aproximadamente 1,5 mSv, de los cuales 1,2 mSv provienen del uso de rayos X para diagnóstico y 0,08 mSv se deben a procedimientos de medicina nuclear (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2022).

Medición de la dosis de radiación

La cantidad de radiación absorbida contribuye a la dosis total recibida por el paciente, lo cual es importante, ya que esta energía absorbida puede causar daño al organismo. Las dosis de radiación se pueden medir a través de tres parámetros: dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva (Agencia Internacional de Energía Atómica, 2013).

Dosis absorbida (D): Indica la energía absorbida por un material cuando se expone a radiación. La medida se expresa en grays (Gy), lo cual equivale a la energía necesaria para

transferir un julio (J) a cada kilogramo de la sustancia irradiada. En otras palabras, un gray se corresponde con 1 J por kilogramo (Agencia Internacional de Energía Atómica, 2013).

Dosis equivalente (H): La dosis equivalente se obtiene multiplicando la dosis absorbida (D) por un factor de ponderación (w_R), que refleja el daño relativo que causa un tipo de radiación en el tejido biológico. Para los rayos X, gamma, beta y positrones, el factor es 1, haciendo que la dosis equivalente coincida con la absorbida. En cambio, para las partículas alfa, el factor es 20. La dosis equivalente se mide en sieverts (Sv), equivalente a 100 rems, y se suelen usar submúltiplos como el milisievert (mSv) o el microsievert (μ Sv) debido al tamaño de la unidad (Agencia Internacional de Energía Atómica, 2013).

Dosis efectiva (E): La dosis efectiva estima el riesgo para la salud de una persona estándar al considerar la variabilidad en la sensibilidad de los diferentes tejidos a la radiación ionizante. Es un promedio ponderado de las dosis equivalentes en los distintos órganos, reflejando sus sensibilidades específicas, como la mayor vulnerabilidad de la médula ósea roja frente al hígado (Agencia Internacional de Energía Atómica, 2013).

Indicador de dosis en TC

El estándar de medida para la dosis se denomina índice de dosis en TC o CTDI, que cuenta con varios derivados específicos de interés:

CTDI (Índice de Dosis en Tomografía Computarizada)

Corresponde a la dosis promedio de radiación absorbida a lo largo del eje longitudinal (eje z) del escaneo durante una rotación completa del tubo de rayos X. Este valor se determina a partir de la medición realizada en una tomografía computarizada axial y se calcula dividiendo la cantidad total de radiación absorbida en el eje por el ancho total del haz de rayos X.

CTDI_w (Índice de Dosis en Tomografía Computarizada Ponderado)

Se calcula combinando un tercio del CTDI obtenido en el centro con dos tercios del CTDI registrado en la periferia. Esta fórmula se utiliza porque la dosis de radiación disminuye

conforme se incrementa la profundidad, siendo más alta en las zonas periféricas que en el centro de un objeto. Este índice refleja la cantidad de radiación absorbida en el plano de escaneo, abarcando los ejes x e y.

CTDIvol (Índice de Dosis en Tomografía Computarizada en Volumen)

Calcula la dosis promedio de radiación en un volumen irradiado y se mide en miligrays (mGy). Se obtiene dividiendo el CTDI ponderado (CTDI_w) por el factor de pitch, el cual se calcula a partir de la relación entre la longitud del escaneo y la colimación del haz. Este indicador es el más accesible, ya que se presenta automáticamente en los equipos de tomografía computarizada (TC). Dado que el procedimiento para calcular el CTDIvol es estandarizado entre los diferentes fabricantes, permite una comparación directa de la dosis de radiación entre distintos protocolos de escaneo (Sánchez, 2019).

DLP (Producto Dosis Longitud)

Se calcula multiplicando la longitud del escaneo en centímetros por el CTDIvol, lo que refleja la radiación total absorbida. Un valor de DLP más alto indica una mayor exposición a la radiación y, por ende, un mayor riesgo asociado (Smith-Bindman, 2011).

Dosis Efectiva en TC

La dosis efectiva de radiación en milisieverts (mSv), estimada para un paciente en un estudio de tomografía computarizada, se calcula multiplicando el DLP por un factor constante "k" que varía según la región anatómica examinada y la edad del paciente (Sánchez, 2019).

Parámetros de adquisición

Para estimar la dosis efectiva de radiación en milisieverts (mSv) en un estudio de tomografía computarizada, se multiplica el DLP por un factor de conversión "k." Este factor "k" depende tanto de la zona del cuerpo que se escanea como de la edad del paciente, adaptándose para reflejar mejor el riesgo asociado a la exposición.

Kilovoltaje (kV):

El kilovoltaje es el factor clave que define la calidad y la capacidad de penetración del haz de rayos X. Regula tanto la energía cinética de los electrones acelerados en el tubo de rayos X como la energía máxima que alcanza el espectro de emisión de los rayos X (Alpaca, 2014).

Corriente (mA):

La corriente determina la cantidad de rayos X generados y, por lo tanto, la cantidad de radiación emitida. Es el parámetro más flexible para ajustarse al tamaño del paciente, siempre que otros factores como el kilovoltaje y el pitch permanezcan constantes. Reducir el producto corriente-tiempo de exposición (mAs) disminuye la dosis efectiva de manera proporcional; por ejemplo, una reducción del 50% en mAs implica una reducción del 50% en la dosis. Sin embargo, esto incrementa el ruido en la imagen, lo cual puede ser menos perceptible en adultos, pero en niños podría afectar de manera considerable la calidad de la imagen (Ulzheimer, 2011).

Factor pitch:

El pitch representa la relación entre el avance de la mesa en milímetros por cada rotación del tubo de rayos X y el grosor del corte obtenido en la tomografía. Un pitch más alto acorta el tiempo de exploración y puede reducir la dosis de radiación, aunque esto también puede incrementar el ruido en la imagen y disminuir la resolución espacial (Hofer, 2004).

Angiografía por tomográfica computarizada en tórax

La tomografía computarizada angiográfica (TCA) es un método que combina la tomografía computarizada con la administración de un medio de contraste en el sistema circulatorio, facilitando el diagnóstico y la evaluación de trastornos vasculares en el tórax, como aneurismas de la aorta o embolias pulmonares. Este examen suele realizarse en servicios de radiología o centros de imágenes especializados (Sánchez, 2019).

La TCA utiliza un escáner de tomografía para obtener imágenes detalladas de los vasos sanguíneos y los tejidos cercanos. El procedimiento implica la inyección de un medio de contraste a través de un catéter colocado en una vena del brazo, seguido de la captura de

imágenes de alta precisión mientras el contraste recorre el sistema vascular. En comparación con la angiografía tradicional, la TCA es menos invasiva, ya que no requiere introducir un catéter directamente en los vasos sanguíneos (Fleischmann, 2016).

Calidad de imagen

Está determinada por varios factores interrelacionados, que incluyen el ruido, la resolución de contraste, la resolución temporal y espacial, así como la presencia de artefactos. Algunos de estos factores son inherentes al equipo de tomografía, mientras que otros dependen de la habilidad del tecnólogo médico para manipular correctamente los parámetros de adquisición (IAEA, 2013).

Resolución espacial

Es la capacidad de distinguir objetos pequeños que están muy cerca unos de otros. Depende del tamaño del píxel, el algoritmo de reconstrucción y el grosor del corte (vóxeles). Una mayor resolución espacial es necesaria para evaluar estructuras pequeñas, ya que se requiere precisión milimétrica para obtener imágenes de calidad adecuada (Ugarte, 2006).

Resolución de contraste

La resolución de contraste permite diferenciar entre tejidos corporales de composición similar en función de sus características densitométricas. Esto depende de las propiedades intrínsecas de los tejidos y de la capacidad técnica para adquirir la imagen. En términos de densidades básicas en radiología, se consideran cinco categorías: grasa, calcio, aire, metal y agua, que contribuyen a la formación del contraste en la imagen (Ugarte, 2006).

Resolución temporal

Es la capacidad para capturar con nitidez objetos en movimiento rápido dentro de la imagen. Está estrechamente relacionada con la reducción de la borrosidad provocada por el movimiento del organismo. Para mejorar la resolución temporal y evitar la aparición de imágenes borrosas, es necesario reducir los tiempos de adquisición de la imagen (Alcaráz,

2017).

Relación señal-ruido

El ruido es un factor crucial que influye en la calidad de la imagen, ya que corresponde a la porción de la señal compuesta por datos imprecisos o indeseados, lo cual reduce la nitidez y afecta la claridad visual del resultado. La calidad de la imagen se ve influenciada por varios factores técnicos, como la corriente del tubo (mA), el kilovoltaje (kV), el tiempo de exposición y el corte de rotación. El ruido se define como la desviación estándar de los valores de una gran cantidad de píxeles en la imagen, y está relacionado con la cantidad de señal recibida por los detectores. Una mayor señal recibida resulta en una imagen con un nivel de ruido más bajo, lo cual mejora la resolución de contraste y, por ende, la calidad general de la imagen (Goye, 2014).

Artefactos

Los artefactos en la imagen se refieren a cualquier elemento o componente que aparezca en una imagen pero que no corresponda a la estructura anatómica o función fisiológica que se está analizando. Estos artefactos se clasifican en tres tipos principales: cinéticos, físicos y de origen técnico (Álvarez, 2018).

- Físicos: Estos artefactos son causados por el comportamiento del haz de rayos X al atravesar las estructuras corporales y pueden presentarse en tres formas principales:
- Volumen parcial: Ocurre cuando el grosor del corte es mayor que la estructura que se está visualizando, lo que da lugar a una representación inexacta de la anatomía.
- Endurecimiento del haz: Sucede cuando los rayos X atraviesan tejidos densos, lo que altera la energía del haz y produce zonas de menor contraste.
- Bajo muestreo: Se da cuando la frecuencia de adquisición de datos no es suficiente para representar adecuadamente los detalles de la imagen.

- Cinéticos: Son producidos por el movimiento del paciente o del sistema durante la adquisición de la imagen. Los movimientos del paciente son los más comunes y pueden minimizarse mediante la inmovilización del paciente, la reducción del tiempo de exposición y de barrido, o la sincronización del disparo con la sístole cardiaca.
- De origen técnico: Estos artefactos surgen debido a fallos en el equipo de adquisición de imágenes y se manifiestan, por ejemplo, como anillos en la imagen o vibraciones indeseadas.

Cuantificación de la calidad de imagen

Se evaluaron diversos aspectos, como la definición de los vasos sanguíneos, la apariencia granulosa de la imagen, la presencia de artefactos causados por el movimiento, la disminución del contraste y la presencia de calcificaciones extensas. Esta metodología permitió obtener una valoración subjetiva pero estandarizada de la calidad de las imágenes obtenidas.

Tabla 1.

Puntuación para la evaluación de la calidad de imagen.

Puntuación	Aspecto de la imagen	Especificación
1	No diagnóstica	La imagen muestra una marcada disminución en la capacidad para evaluar las arterias coronarias, debido a la considerable pérdida de definición en los contornos, la presencia de artefactos por movimiento, la baja contrastación, la extensa calcificación y un elevado nivel de ruido.

2	Adecuada	La imagen es adecuada para descartar una estenosis significativa, aunque presenta moderada pérdida de definición en los contornos, artefactos de movimiento, ruido y reducción en el contraste.
3	Buena	La imagen es útil para identificar estenosis luminal y placas ateroscleróticas, tanto calcificadas como no calcificadas, aunque presenta una leve pérdida de definición en los contornos, artefactos de movimiento, ruido, calcificaciones o contraste limitado.
4	Excelente	La imagen ofrece una evaluación completa del lumen y las estenosis, con ausencia de artefactos de movimiento y una excelente definición en los contornos.

Nota: (Hausleiter, 2010).

III. Método

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptivo y se basó en la recolección de datos. Se llevó a cabo un estudio retrospectivo de corte transversal, en el cual se analizaron datos previamente recopilados sin realizar ninguna intervención directa. Dado que no se manipularon variables, se adoptó un diseño no experimental. Este enfoque permitió observar y describir las características de la muestra tal como ocurrieron en su entorno natural. (Hernández y Mendoza, 2020)

3.2. Ámbito temporal y espacial

La investigación se realizó en el servicio de radiología del hospital Nacional Arzobispo Loayza, en el periodo de julio a diciembre del año 2023.

3.3. Variables

- Edad
- Sexo
- Parámetros técnicos y dosimétricos
- Calidad de imagen

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2.

Matriz de operacionalización de las variables de estudio

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
Edad	Tiempo que ha vivido una persona (Rodríguez, 2018).	Número de años cumplidos por el paciente al momento de la angiotomografía.	No amerita al ser una variable simple	Años de la persona	De Razón	Cuantitativa	
Sexo	Conjunto de los individuos que comparten esta misma condición orgánica (Valencia et al., 2020).	Sexo biológico del paciente.	No amerita al ser una variable simple	Hombre Mujer	Nominal	Cualitativo	
Parámetros técnicos y dosimétricos	Los parámetros técnicos y dosimétricos se refieren a las características y ajustes utilizados en procedimientos de radiación que afectan la dosis absorbida por el paciente. (Aguirre, 2021).	La cantidad total de radiación absorbida en un procedimiento tomográfico, determinada por las configuraciones técnicas del tomógrafo durante el examen.	Dosis Efectiva	mSv	De razón	Cuantitativa	Ficha de recolección de datos.
			Parámetros de adquisición	Kilovoltios (kV) Miliamperios por segundo (mAs) Factor Pitch	De razón	Cuantitativa	

			Definición de bordes arteriales	1 – 4 pts.	Ordinal	Cualitativa	
Calidad de imagen	Cuantificación de la calidad de imagen (López et al., 2022).	Evaluación subjetiva de la claridad y detalle de las imágenes obtenidas.	Nivel de contraste entre arteria y tejido	1 – 4 pts.	Ordinal	Cualitativa	
			Presencia de artefactos	1 – 4 pts.	Ordinal	Cualitativa	Cuestionario
			Visualización de ramas arteriales	1 – 4 pts.	Ordinal	Cualitativa	
			Evaluación global de la calidad de imagen	1 – 4 pts.	Ordinal	Cualitativa	

3.4. Población y muestra

Población

La población de estudio estuvo conformada por 91 exámenes de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares realizadas en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el año 2023.

Criterios de inclusión:

- Exámenes de angiotomografía de arterias pulmonares
- Imágenes adquiridas con protocolos estandarizados para la evaluación de las arterias pulmonares.

Criterios de exclusión:

- Exámenes incompletos o interrumpidos que no permitan una evaluación diagnóstica completa.
- Exámenes en los que las imágenes presenten artefactos significativos que dificulten la evaluación.

Unidad De Análisis: Imágenes de angiotomografía de arterias pulmonares

Muestra: La muestra estuvo conformada por todo el universo de la población

Muestreo: Se hizo uso de un muestreo de tipo censal.

3.5. Instrumentos

En el proceso de recolección de datos, se utilizó una ficha diseñada específicamente para este propósito, como se detalla en el anexo 1 del documento. En esta ficha, se registró meticulosamente la información relevante que estuviera alineada con los objetivos establecidos para el estudio. La principal fuente de esta información fue la base de datos seleccionada para el análisis. Además se elaboró un cuestionario para evaluar la calidad de imagen, el cual fue sometido a evaluación de validez de contenido mediante la valoración de juicio de expertos. El cuestionario fue sometido a una prueba piloto en el Departamento de Radiología servicio de

tomografía del Hospital Nacional Arzobispo Loayza para verificar posibles dificultades con su aplicación, así como la comprensión de las preguntas y respuestas por parte de la población objetivo. De las respuestas obtenidas de la prueba piloto se calcula el coeficiente alfa de Cronbach el cual permitió evaluar la confiabilidad del cuestionario. El coeficiente de alfa de Cronbach obtenido fue de 0.968.

3.6. Procedimientos

Se elaboró y presentó una solicitud formal al director médico del Hospital Nacional Arzobispo Loayza para obtener la autorización correspondiente. Una vez obtenido el permiso, se procedió a la selección de los casos que cumplían con los criterios de inclusión establecidos en el estudio. Todos los datos recopilados se registraron meticulosamente en una hoja de cálculo de Excel diseñada específicamente para esta investigación. Posteriormente, los datos fueron transferidos al programa estadístico SPSS versión 26 para su posterior análisis.

3.7. Análisis de datos

El análisis estadístico descriptivo se realizó utilizando el software SPSS versión 26. El proceso incluyó la aplicación de diversas técnicas de estadística descriptiva, tales como la elaboración de tablas de frecuencia detalladas y el análisis de respuestas múltiples. Además, se emplearon gráficos de barras y gráficos circulares para representar visualmente las variables y dimensiones categóricas. Este enfoque permitió una comprensión detallada de los datos y facilitó la interpretación de los resultados.

3.8. Consideraciones éticas

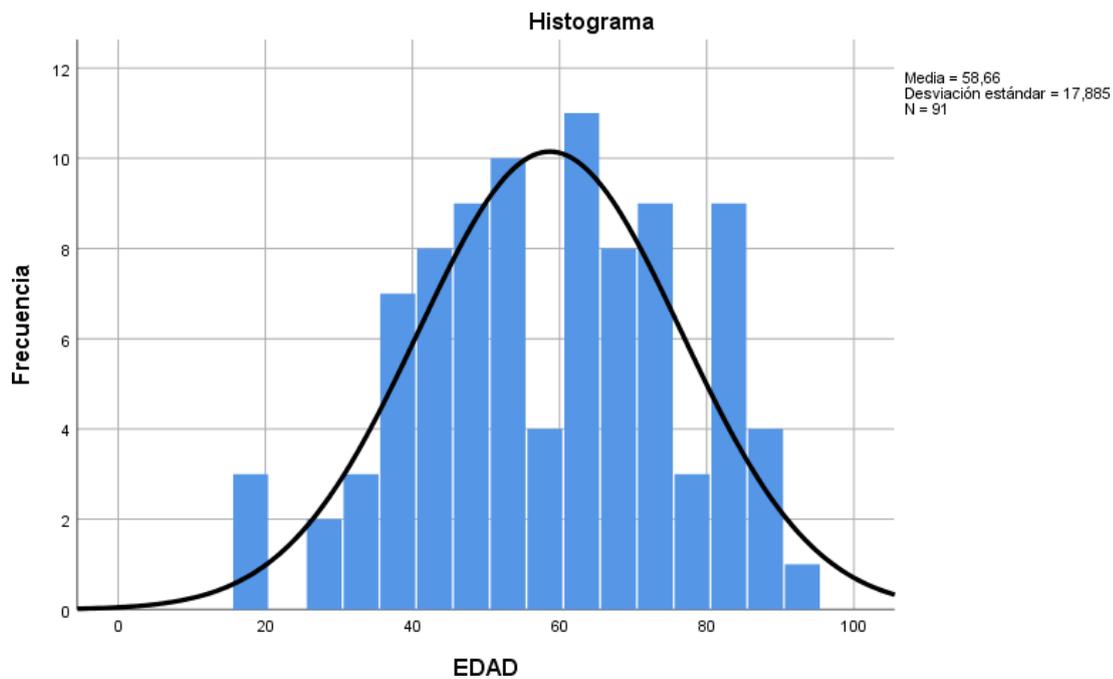
Para la recolección de datos, se diseñó una ficha basada en los principios bioéticos establecidos en la Declaración de Helsinki y el Informe de Belmont. Se garantizó la privacidad, el anonimato y la confidencialidad de la información recopilada, utilizándose exclusivamente para los fines de esta investigación.

IV. Resultados

4.1. Análisis descriptivo

Figura 1.

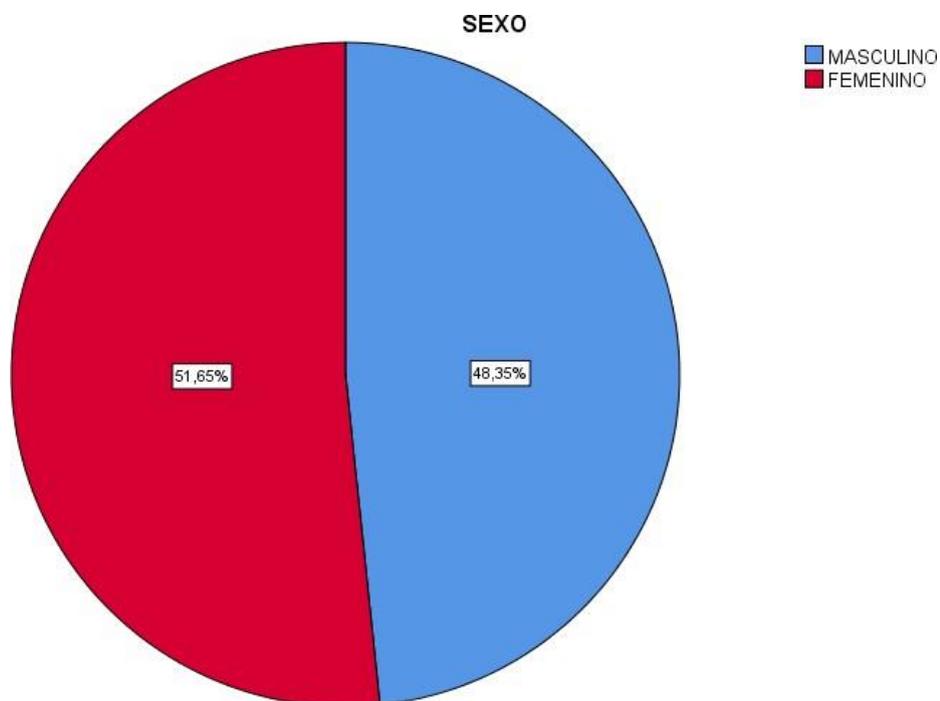
Edad de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares utilizando el protocolo de bajo voltaje.



Nota. La información proporcionada en la Figura 1 revela que la edad promedio de los pacientes sometidos a angiotomografía de tórax de arterias pulmonares fue de 58.66 ± 17.8 años, con un espectro de edades comprendido entre los 18 y los 91 años. Este conjunto de datos nos ofrece una visión general de la distribución de edades dentro de la muestra estudiada, abarcando una amplia gama que refleja la diversidad de la población examinada.

Figura 2.

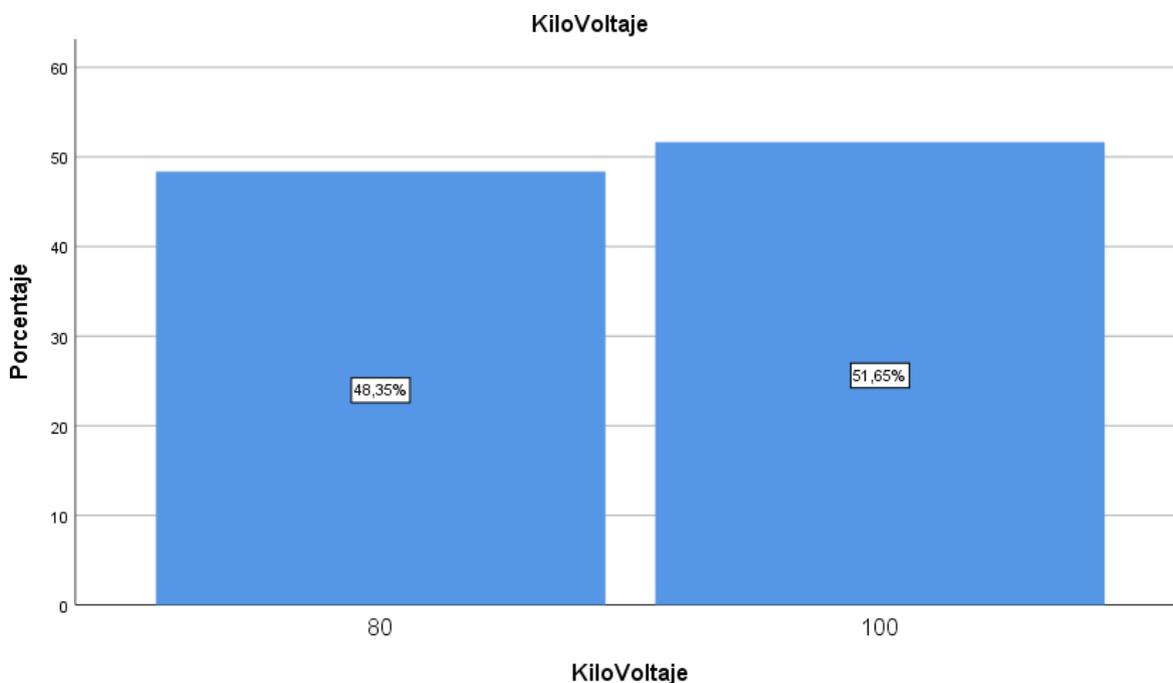
Sexo de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares utilizando el protocolo de bajo voltaje.



Nota. La información presentada en la Figura 2 detalla la distribución de género entre los pacientes que se sometieron a una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares según el protocolo de bajo voltaje. Según este análisis, se observa que el 51.65% de los pacientes fueron mujeres, mientras que el 48.35% fueron hombres. Estos datos son relevantes para comprender la composición demográfica de la muestra estudiada, destacando una leve predominancia de mujeres en el grupo de pacientes evaluados mediante este protocolo específico.

Figura 3.

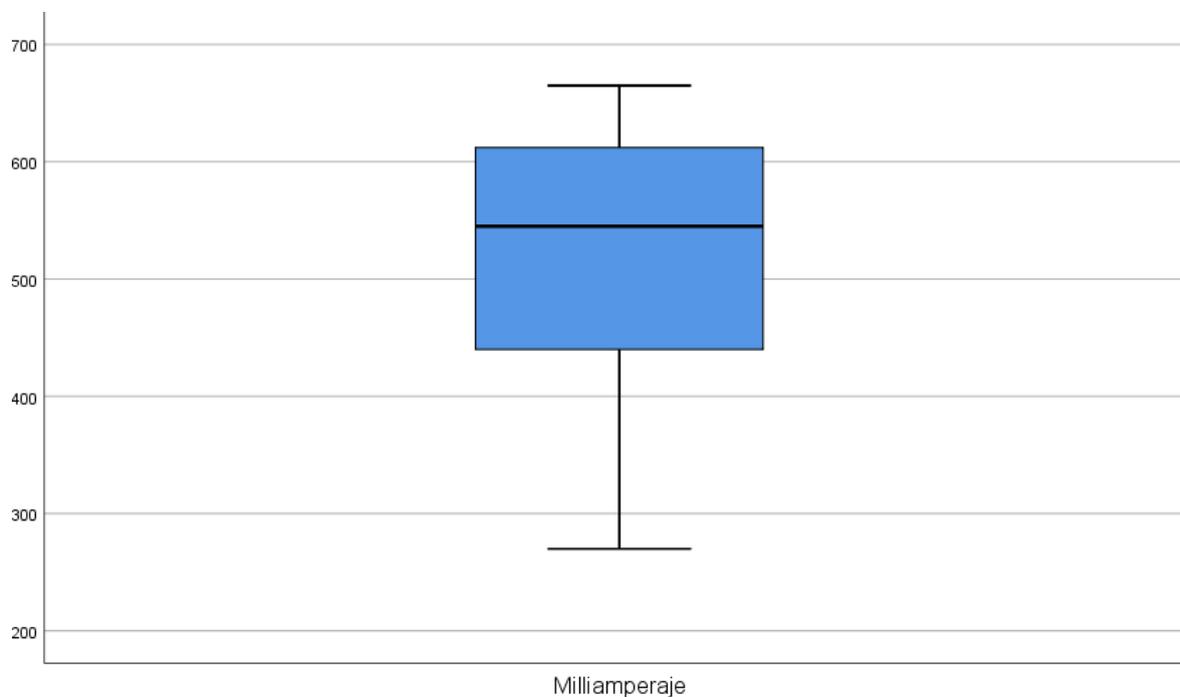
Kilovoltaje utilizado en las angiogramas de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.



Nota. La Figura 3 proporciona datos sobre los niveles de kilovoltaje empleados en las angiogramas de tórax de arterias pulmonares de bajo voltaje. Según este análisis, se observa que el 51.65% de los estudios se realizaron utilizando un kilovoltaje de 100 Kv, mientras que el 48.35% restante se llevó a cabo con 80 Kv. Estos resultados ofrecen una visión detallada de las preferencias en cuanto a la configuración del equipo utilizada en este tipo específico de procedimiento radiológico, lo cual es importante para comprender las prácticas comunes en este campo de estudio.

Figura 4.

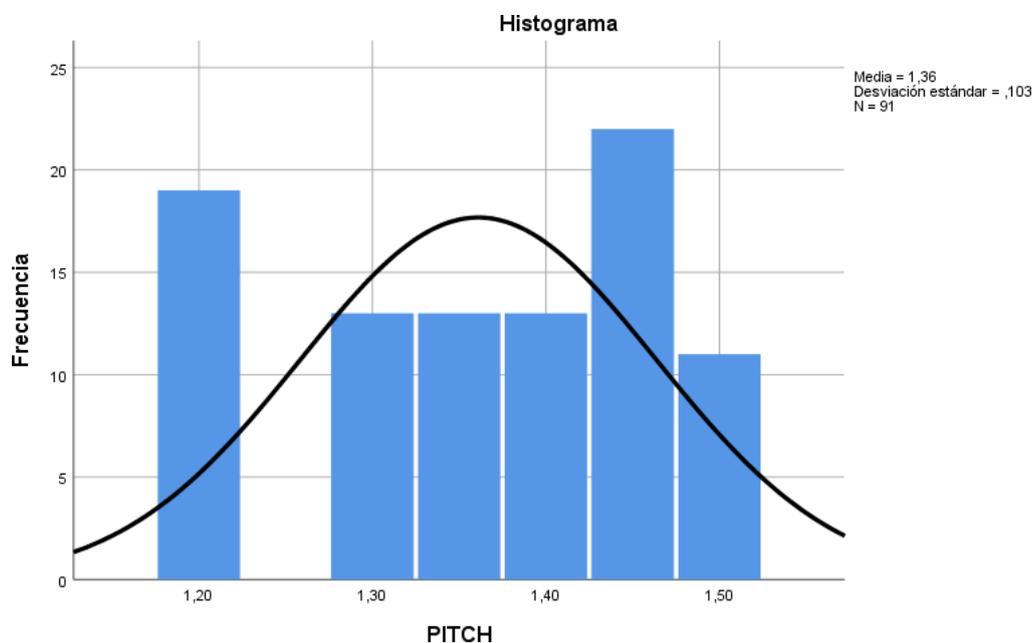
Milliamperaje utilizado en la adquisición de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.



Nota. En la Figura 4 se exhibe la variabilidad del milliamperaje (mA) empleado durante la realización de angiotomografías de tórax de arterias pulmonares mediante el protocolo de bajo voltaje. Se destaca que el rango de mA utilizado se situó entre 270 mA y 665 mA, con una media registrada de 526.33 mA. Este análisis proporciona una perspectiva detallada sobre la amplitud de ajustes de mA aplicados en este tipo de estudios radiológicos, lo que contribuye a comprender mejor las prácticas clínicas relacionadas con la adquisición de imágenes de tórax utilizando esta técnica específica.

Figura 5.

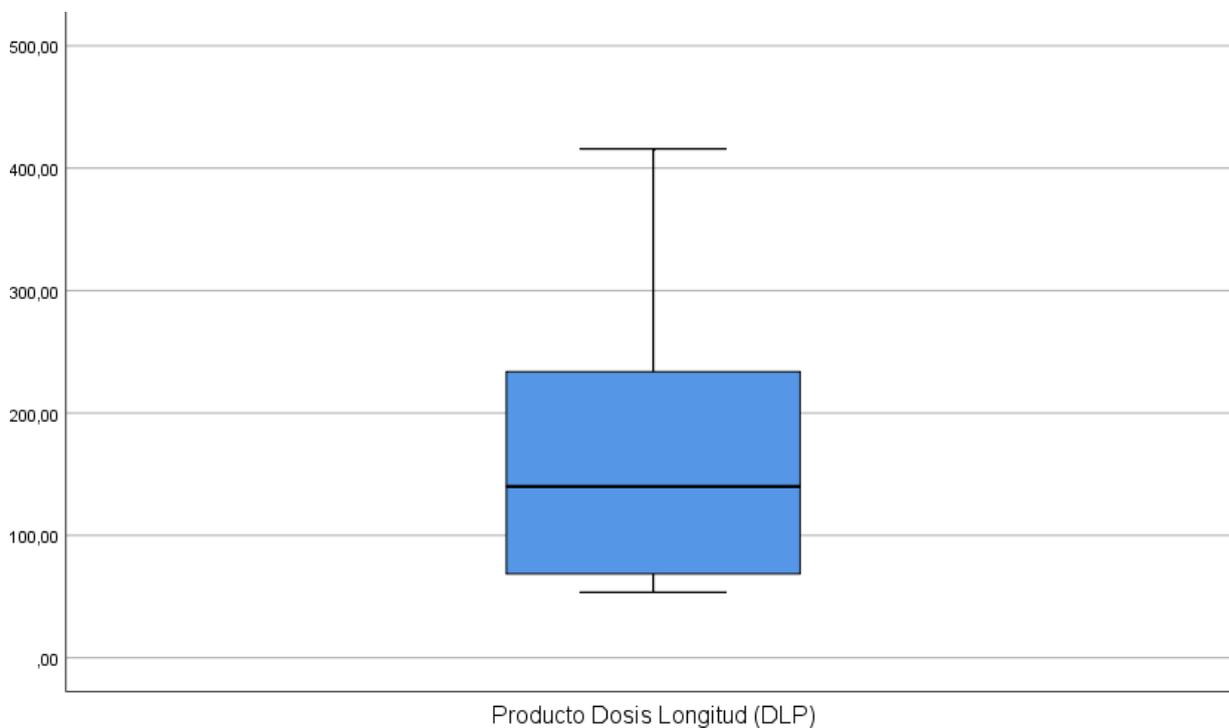
Pitch utilizado en la adquisición de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.



Nota. La Figura 5 ofrece una representación visual del factor de Pitch aplicado durante la realización de angiotomografías de tórax de arterias pulmonares mediante el protocolo de bajo voltaje. Se observa que el Pitch varió en un rango comprendido entre 1.2 y 1.50, con una media calculada de 1.36 ± 0.103 de desviación estándar.

Figura 6.

Producto Dosis Longitud (DLP) utilizado en la adquisición de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.



Nota. La figura 6 representa el DLP producto de la adquisición de angiotomografías de tórax de arterias pulmonares utilizando protocolo de bajo voltaje, señalando que el DLP osciló en un rango entre 53,5 mGy*cm y 415 mGy*cm, con una media de 164 mGy*cm \pm 104.9 de desviación estándar.

Tabla 3.

Dosis efectiva de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.

n	91
Media	2,78
Mínimo	0,90
Máximo	7,46
DE	1,78

Nota. La tabla proporciona datos descriptivos sobre la dosis efectiva de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje, basada en una muestra de 91 pacientes. A continuación, se presenta un análisis descriptivo de los datos:

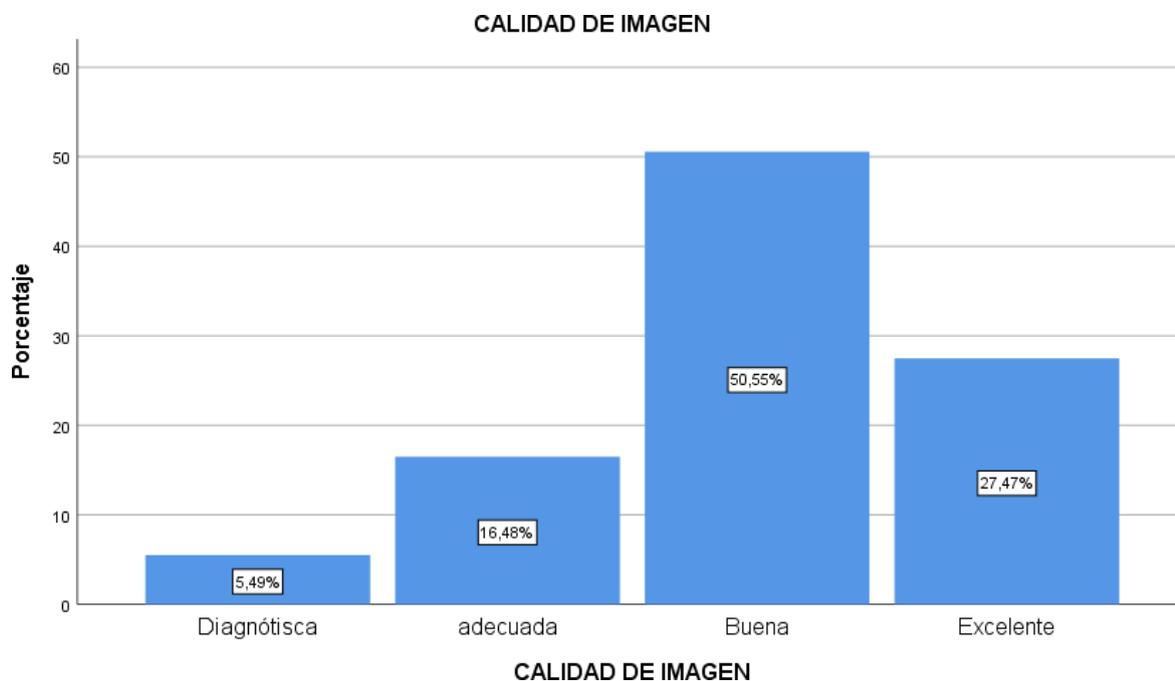
Media: La media de la dosis efectiva de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares es de 2,78 mSv. Esto indica que, en promedio, los pacientes reciben esta cantidad de radiación durante el procedimiento.

Mínimo: El valor mínimo registrado en la muestra es de 0,90 mSv. Esto sugiere que, al menos en un caso, la dosis efectiva fue relativamente baja.

Máximo: El valor máximo registrado en la muestra es de 7,06 mSv. Esto indica que, en el extremo superior, la dosis efectiva puede ser considerablemente más alta que la media.

Figura 7.

Calidad de imagen de las angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje.



Nota. La figura 7 proporciona información sobre la calidad de los diagnósticos realizados, clasificados en cuatro categorías diferentes: diagnóstica, adecuada, buena y excelente. Destacando que hay 5 diagnósticos clasificados como "Diagnóstica", 15 como "Adecuada", 46 como "Buena" y 25 como "Excelente". Además, se muestra que el 5,5% de los diagnósticos son clasificados como "Diagnóstica", el 16,5% como "Adecuada", el 50,5% como "Buena" y el 27,5% como "Excelente".

Tabla 4.

Calidad de imagen según el miliamperaje de adquisición de las angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje

		MILIAMPERAJE				
		100 - 300 mA	300 - 500 mA	> 500 mA	Total	
CALIDAD	No	N	0	3	2	5
	Diagnóstica	%	0,0%	3,3%	2,2%	5,5%
	adecuada	N	0	7	8	15
		%	0,0%	7,7%	8,8%	16,5%
	Buena	N	2	13	31	46
		%	2,2%	14,3%	34,1%	50,5%
	Excelente	N	0	9	16	25
		%	0,0%	9,9%	17,6%	27,5%
Total		N	2	32	57	91
		%	2,2%	35,2%	62,6%	100,0%

La Tabla 2 muestra cómo varía la calidad de imagen en angiotomografías de tórax de arterias pulmonares utilizando protocolos de bajo voltaje, según el miliamperaje (mA) empleado. En la categoría de calidad diagnóstica, no se registraron imágenes en el rango de 100-300 mA, mientras que el 60% de las imágenes diagnósticas se obtuvieron con 300-500 mA y el 40% con más de 500 mA. Para la calidad adecuada, tampoco hubo casos en el rango de 100-300 mA; el 46,7% se encontraron en el rango de 300-500 mA y el 53,3% en el rango superior a 500 mA. En la categoría de calidad buena, el 4,3% de las imágenes correspondieron al rango de 100-300 mA, el 28,3% al rango de 300-500 mA y el 67,4% al rango superior a 500 mA, en la categoría de calidad excelente, no se registraron imágenes en el rango de 100-300 mA; el 36% de las imágenes se obtuvieron con 300-500 mA y el 64% con más de 500 mA.

V. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación guardan relación y comparten tendencias con estudios nacionales e internacionales de relevancia en el campo de la tomografía computarizada (TC) y el radiodiagnóstico, respondiendo a los objetivos planteados.

En relación con el objetivo principal, el estudio de Qiu et al. (2023) evaluó la calidad de imagen en la angiografía pulmonar por tomografía computarizada (CTPA) utilizando reconstrucciones avanzadas de imágenes mediante aprendizaje profundo (DLR) y reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASiR-V). Sus hallazgos mostraron una mejora significativa en la reducción del ruido y en el aumento de las relaciones señal-ruido (SNR) y contraste-ruido (CNR). A pesar de que el enfoque de nuestra investigación se centró en la variación del miliamperaje (mA) en lugar de las técnicas avanzadas de reconstrucción, los resultados coinciden en el aumento de la calidad de imagen al mejorar los parámetros técnicos. Sin embargo, nuestro estudio destaca una sensibilidad particularmente elevada a los ajustes en el mA, sugiriendo que los cambios en este parámetro pueden tener un impacto más directo e inmediato en la calidad de la imagen en contextos específicos, lo cual podría ser una alternativa viable en situaciones en las que el uso de tecnologías de reconstrucción avanzadas no sea posible o económicamente factible.

Respecto al primer objetivo específico, nuestra investigación proporciona un perfil demográfico detallado, con una edad promedio de los pacientes de 58.66 años y una distribución de género cercana a la paridad, con un 51.65% de mujeres. Estos datos contrastan con la literatura de Tetteh et al. (2020), que no incluyó esta información demográfica específica. La aportación de nuestro estudio en este sentido resulta relevante, ya que permite un análisis más integral de las características poblacionales en estudios de TC, lo cual podría influir en la personalización de protocolos en función de variables como la edad y el sexo.

En cuanto al segundo objetivo específico, se encontró que la dosis efectiva promedio

en nuestro estudio fue de 2.78 mSv para la CTPA con protocolo de bajo voltaje, lo cual es comparable con los resultados obtenidos por Rajiah et al. (2019), quienes también observaron mejoras en la SNR y la calidad del contraste utilizando dosis optimizadas. Sin embargo, mientras que Rajiah et al. enfatizaron la necesidad de una estricta optimización de múltiples parámetros para alcanzar estas mejoras, nuestros hallazgos sugieren que los ajustes específicos del mA son igualmente efectivos para mantener una calidad de imagen adecuada sin aumentar significativamente la dosis de radiación. Esto tiene implicaciones prácticas importantes, ya que simplificar los ajustes técnicos podría facilitar la implementación de protocolos de bajo voltaje en diferentes entornos clínicos, donde los recursos y el tiempo son limitados.

En relación con el tercer objetivo específico, el uso predominante de 100 kV y el amplio rango de mA empleados (270-665 mA), junto con un factor de pitch promedio de 1.36, proporcionan un panorama claro sobre las configuraciones más efectivas para la optimización de la TC de tórax. Los datos obtenidos complementan los resultados de Schicchi et al. (2019), quienes indicaron que los protocolos de adquisición son determinantes en la optimización de la dosis de radiación y la calidad de la imagen. Nuestra investigación, sin embargo, ofrece un análisis más detallado sobre cómo el incremento específico del mA puede influir directamente en la clasificación cualitativa de las imágenes, resaltando que más del 50% de las imágenes fueron calificadas como "Buenas" o "Excelentes" al utilizar más de 500 mA.

En relación con el cuarto objetivo específico, nuestros hallazgos sobre la viabilidad de optimizar la calidad de imagen en CTPA mediante ajustes del mA son consistentes con las observaciones de Aldosari et al. (2019), quienes destacaron la posibilidad de reducir las dosis de radiación sin comprometer la calidad diagnóstica. Sin embargo, nuestra investigación añade un nuevo matiz al indicar que los beneficios del aumento del mA en la calidad de la imagen pueden ser particularmente notables en ciertos escenarios clínicos, abriendo la puerta a la necesidad de reevaluar las recomendaciones estándar de dosificación en función de la anatomía

del paciente y el contexto diagnóstico.

El presente estudio ha logrado llenar ciertos vacíos en la literatura al proporcionar una evaluación detallada del impacto de los ajustes del mA en la calidad de la imagen para la angiotomografía de tórax en pacientes con diversas características demográficas. Ha demostrado que el aumento específico del mA puede ser una estrategia eficaz para mejorar la calidad de imagen en protocolos de bajo voltaje, destacando la relevancia de parámetros ajustados según las necesidades clínicas específicas.

Sin embargo, se han generado nuevos vacíos en el conocimiento. Por ejemplo, aunque se ha observado que mayores niveles de mA mejoran la calidad de la imagen, todavía no está claro hasta qué punto estos ajustes pueden ser personalizados para diferentes subgrupos de pacientes sin incrementar el riesgo de efectos adversos relacionados con la radiación. Además, no se ha explorado suficientemente cómo estos hallazgos pueden ser extrapolados a otros tipos de estudios por TC que requieren configuraciones de dosis bajas o ultrabajas, lo que limita la aplicabilidad directa de los resultados fuera del contexto específico de la CTPA.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra la falta de comparación directa con técnicas avanzadas de reconstrucción, como el aprendizaje profundo o la reconstrucción iterativa. Aunque se ha demostrado que los ajustes del mA tienen un efecto significativo en la calidad de la imagen, es posible que la combinación de técnicas avanzadas con estos ajustes pueda ofrecer beneficios adicionales que no fueron considerados en el presente trabajo. Asimismo, la muestra estudiada, aunque diversa en términos de edad y género, puede no ser representativa de todas las poblaciones clínicas, lo que limita la generalización de los hallazgos a poblaciones con características distintas.

VI. Conclusiones

6.1. La calidad de imagen obtenida en las angiotomografías de tórax de arterias pulmonares con protocolo de bajo voltaje fue predominantemente buena o excelente, con el 76% de las imágenes clasificadas en estas categorías. Esto indica que los protocolos de bajo voltaje son efectivos para proporcionar imágenes de alta calidad diagnóstica.

6.2. La edad promedio de los pacientes fue de 58.66 años, con un rango que abarcó desde los 18 hasta los 91 años, reflejando una amplia diversidad etaria. En cuanto al sexo, se observó una ligera predominancia de mujeres, representando el 51.65% de los pacientes, mientras que los hombres representaron el 48.35%.

6.3. La dosis efectiva promedio de radiación fue de 2.78 mSv, con un mínimo de 0.90 mSv y un máximo de 7.06 mSv. Estos resultados indican que el protocolo de bajo voltaje es eficiente en mantener la dosis de radiación dentro de límites seguros para los pacientes.

6.4. El Kilovoltaje utilizado varió entre 80 kV y 100 kV, con una distribución casi equitativa entre ambos valores. El miliamperaje empleado osciló entre 270 mA y 665 mA, con una media de 526.33 mA. El factor de Pitch varió entre 1.2 y 1.50, con una media de 1.36 ± 0.103 . Estos parámetros de adquisición fueron adaptados para optimizar la calidad de imagen y la seguridad del paciente.

6.5. La calidad de imagen mejoró significativamente con mayores niveles de mA, con el 50.5% de las imágenes clasificadas como "Buenas" y el 27.5% como "Excelentes" cuando se utilizó más de 500 mA. Esto demuestra que ajustes específicos en el protocolo de bajo voltaje pueden optimizar la calidad de imagen sin comprometer la seguridad del paciente.

VII. Recomendaciones

7.1. Se recomienda la implementación continua de protocolos de bajo voltaje en las angiotomografías de tórax de arterias pulmonares, ya que han demostrado proporcionar imágenes de alta calidad diagnóstica. Además, se sugiere llevar a cabo estudios de seguimiento para monitorear y validar consistentemente la calidad de imagen con estos protocolos.

7.2. Se recomienda que futuras investigaciones consideren la diversidad etaria y de género al diseñar protocolos de imagen, adaptando los parámetros técnicos para maximizar la calidad de imagen en diferentes grupos demográficos. Además, se podría explorar más a fondo las razones detrás de la ligera predominancia de mujeres en estos estudios.

7.3. Es crucial continuar optimizando los protocolos de bajo voltaje para mantener las dosis de radiación en niveles seguros. Se recomienda que los profesionales de la salud se mantengan actualizados con las últimas directrices y técnicas de reducción de dosis para minimizar la exposición a la radiación sin comprometer la calidad de la imagen.

7.4. Se sugiere que los parámetros de adquisición, como el kilovoltaje y el miliamperaje, sean ajustados y personalizados según las características específicas del paciente para optimizar la calidad de imagen y la seguridad. Además, es recomendable realizar capacitaciones periódicas para los Tecnólogos en Radiología sobre las mejores prácticas en la configuración de estos parámetros.

7.5. Se recomienda que se realicen estudios adicionales para explorar y establecer los niveles óptimos de miliamperaje que maximicen la calidad de imagen sin aumentar significativamente la dosis de radiación.

VIII. Referencias

- Agencia Internacional de Energía Atómica. (2013). *Calidad de imagen y control de calidad*. IAEA.
- Agencia Internacional de Energía Atómica. (2013). *Conceptos de radiación y de dosis de radiación*. IAEA. Recuperado el 5 de enero de 2022, de https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Contentes/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/Dental/concept-radiation-dose.htm
- Aguirre Hurtado, C. A. (2021). *Dosis efectiva en pacientes adultos en tomografía computarizada*.
- Alcaráz, M. (2017). *Tema 9. Tomografía computarizada*. Universidad de Murcia.
- Aldosari, S., & Sun, Z. (2019). A systematic review of double low-dose CT pulmonary angiography in pulmonary embolism. *Current Medical Imaging Reviews*, 15(5), 453-460. <https://doi.org/10.2174/1573405614666180813120619>
- Alpaca, M. (2014). *Dosis media de radiación de un examen estándar en la cabeza en 250 sistemas de TC*. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.
- Alvarez Castro, M. E. (2018). *Calidad de imagen en exámenes de abdomen en tres tipos de tomógrafos: Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima 2016*.
- Bayo, N. (2001). Reacción celular ante la radiación. *Radiobiología*, 1(1), 9-11.
- Beyzadeoglu, M., et al. (2010). *Basic Radiation Oncology*. Springer.
- Díaz, B. L., Sáenz, S. M., & Gómez, M. R. (2008). Dosimetría biológica: Principios y utilidad. *Radiobiología*, 8, 186-189.

- European Union. (1997). *Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure* (OJ L 180, 9.7.1997, p. 22).
- Fernández Balbín, H. M. (2016). *Dosis de radiación en pacientes pediátricos sometidos a angiotomografía de corazón y grandes vasos en el Instituto Nacional Cardiovascular, periodo 2010-2015*.
- Fleischmann, D., Chin, A. S., Molvin, L., Wang, J., & Hallett, R. (2016). Computed tomography angiography: A review and technical update. *Radiologic Clinics*, 54(1), 1-12.
- Goye Appelgren, L., & Vásquez Martínez, A. (2014). *Estandarización de protocolos de tomografía computarizada de cerebro en pacientes pediátricos, basado en la disminución de dosis y la mantención de la calidad de la imagen* [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor].
- Hausleiter, J., Martinoff, S., Hadamitzky, M., Martuscelli, E., Pschierer, I., Feuchtner, G. M., et al. (2010). Image quality and radiation exposure with a low tube voltage protocol for coronary CT angiography: Results of the PROTECTION II trial. *JACC Cardiovascular Imaging*, 3(11), 1113-1123.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Hofer, M. (2005). *Manual práctico de TC* (4ª ed.). Editorial Médica Panamericana S.A.
- International Commission on Radiological Protection. (2001). Managing patient dose in computed tomography. *ICRP Publication 87. Annals of the ICRP*, 30(4).
- Llordén Alonso, M. M. (2021). *Aplicaciones de los radioisótopos en medicina*.
- López Díaz, A., del Pozo Almaguer, A., Machado Tejeda, A., Batista Ramó, K., Calderón Marín, C. F., & Torres Aroche, L. (2022). Calidad de la imagen de tomografía

- computarizada versus dosis en estudios híbridos: Resultados preliminares en maniquí. *MediSur*, 20(2).
- Mayuri Ramos, A. P. (2018). *Evaluación del ruido en imágenes de tomografía computarizada de cerebro por retroproyección filtrada y reconstrucción iterativa: Clínica Good Hope, Lima 2018.*
- Naciones Unidas. Asamblea General. (2008). *Resolución aprobada por la Asamblea General 63/89: Efectos de las radiaciones atómicas.*
- Navarro, M. (2020). *Dosis efectiva de radiación por tomografía axial computarizada como factor de riesgo para el desarrollo de neoplasias: Hospital del Niño 2019.*
- Ordóñez-Romero, Á. (2017). *Efectos de las radiaciones ionizantes sobre los seres vivos.*
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Radiaciones ionizantes: Efectos en la salud y medidas de protección.*
- Peña, C., & Huamán, L. (2023). *Factores que influyen en la calidad de imagen de las angiotomografías coronarias* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia].
- Rodríguez Ávila, N. (2018). Envejecimiento: Edad, salud y sociedad. *Horizonte Sanitario*, 17(2), 87-88.
- Tetteh, M., Fossa, K., Andersen, H., Aaløkken, T., & Martinsen, A. (2020). Image quality measured from ultra-low dose chest computed tomography examination protocols using 6 different iterative reconstructions from 4 vendors, a phantom study. *Journal of Computer Assisted Tomography*. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000000947>
- Ugarte, J. (2006). *Manual de tomografía axial computarizada multicorte* (3ª ed.). Editorial CIMEQ.
- Ulzheimer, S., Leidecker, C., & Endt, H. (2011). Dose parameters and advanced dose management on SOMATOM scanners. *White Paper, Siemens Medical Solutions.*

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2022). *UNSCEAR 2020/2021, Volumen IV*.

Valencia, A. H., Murillo, F. H., & Huici, C. A. A. (2020). Identidad de género e identidad sexual: a veces coincidentes, pero no siempre lo mismo. *Revista desexología*, 9(2), 5-7.

IX. Anexos

Anexo I: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nº de registro del paciente: Fecha:

Edad: Sexo:

DATOS DEL ESTUDIO

Parámetros de adquisición:

- Kilovoltios: _____
- mA: _____
- Pitch: _____

Reporte de dosis por exploración de ATC

- DLP: _____

Cálculo de la dosis efectiva

- _____ (DLP) = _____ mSv

Anexo II: CUESTIONARIO PARA EVALUAR CALIDAD DE IMAGEN

CUESTIONARIO

OBJETIVO:

Evaluar la calidad de imagen obtenida en la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares cuando se utiliza un protocolo de bajo voltaje en un hospital nacional en el año 2023.

DATOS PERSONALES:

Edad:

Especialización:

.....

Sexo:

Tiempo de servicio:

.....

CALIDAD DE IMAGEN:

Criterio	1 pt. (No diagnóstica)	2 pts. (Adecuada)	3 pts. (Buena)	4 pts. (Excelente)
Definición de bordes arteriales	Los bordes de las arterias son indistinguibles.	Los bordes son parcialmente visibles, pero hay artefactos o ruido que dificultan el diagnóstico.	Los bordes están bien definidos, permitiendo un diagnóstico confiable.	Los bordes son perfectamente visibles, nítidos y sin artefactos.
Nivel de contraste entre arteria y tejido	No hay contraste adecuado entre arterias y tejido circundante.	Contraste bajo pero suficiente para identificar estructuras parcialmente.	Contraste apropiado, diferenciando claramente arterias y tejido circundante.	Contraste óptimo, con clara diferenciación entre arterias y tejido circundante.
Presencia de artefactos	Artefactos severos o ruido excesivo impiden la interpretación.	Artefactos o ruido presentes, pero la imagen sigue siendo interpretativa.	Mínimos artefactos o ruido, con poco impacto en la calidad diagnóstica.	Sin artefactos ni ruido; imagen clara y sin distorsiones.
Visualización de ramas arteriales	Las ramas segmentarias y subsegmentarias no son identificables.	Las ramas arteriales son identificables parcialmente, pero los detalles son limitados.	Las ramas segmentarias y subsegmentarias son claramente visibles.	Visualización completa y clara de todas las ramas arteriales, incluidas las subsegmentarias más pequeñas.

Evaluación global de la calidad de imagen	La imagen no permite un diagnóstico clínico útil.	La imagen es diagnóstica, pero con limitaciones significativas.	La imagen es diagnóstica con buena calidad general.	La imagen es de calidad óptima, facilitando un diagnóstico certero y confiable.
--	---	---	---	---

Interpretación del Puntaje Total:

- **5-8 pts.:** No diagnóstica
- **9-12 pts.:** Adecuada
- **13-16 pts.:** Buena
- **17-20 pts.:** Excelente

Anexo III: PRUEBA PILOTO PARA LA VARIABLE CALIDAD DE IMAGEN

PRUEBA PILOTO						
N°	CALIDAD DE IMAGEN					SUMA
	p1	p2	p3	p4	p5	
1	3	3	3	3	3	15
2	2	2	2	2	2	10
3	4	4	4	4	4	20
4	3	3	3	3	3	15
5	5	5	5	5	5	25
6	4	4	4	4	4	20
7	3	3	3	3	3	15
8	2	2	2	2	2	10
9	4	4	4	4	4	20
10	3	3	3	3	3	15
11	5	5	5	5	5	25
12	3	3	3	3	3	15
13	2	2	2	2	2	10
14	4	4	4	4	4	20
15	5	5	5	5	5	25
16	3	3	3	3	3	15
17	2	2	2	2	2	10
18	4	4	4	4	4	20
19	5	5	5	5	5	25
20	3	3	3	3	3	15
VARIANZA	1.0475	1.0475	1.0475	1.0475	1.0475	
SUMATORIA DE VARIANZAS	5.2375					
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ITEMS	26.1875					

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

α = Coeficiente Alfa de Cronbach -----> 0.968
 K = Número de ítems utilizados para el cálculo -----> 5
 ΣVi = Sumatoria de la Varianza de cada ítem -----> 5.23
 Vt = Varianza total de los ítems -----> 23.18

Anexo IV: FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA
FICHA DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del experto: *Huaman Alan Adhemis Denats*
 1.2 Grado Académico: LIC. TECNOLOGO MEDICO EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGIA
 1.3 Institución Donde Labora: HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA
 1.4 Título de La Investigación: CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFIA DE TORAX CON PROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL-2023
 1.5 Autor del Instrumento: YULIO BRANDON UCHARIMA MALDONADO

II. ASPECTOS A EVALUAR

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización y lógica					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudio					X
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio.				X	
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías					X
Total						

80
 80
 80
 90
 90
 70
 85
 95
 95
 90

PROMEDIO DE VALORACION: *87.5%*
 OPINIÓN APLICABILIDAD: *Apliable*


 LIC. ADHEMIS DENATYS HUAMANÍ ALÁN
 Tecnólogo Médico en Radiología
 C.T.M.P. 8642

Firma del experto

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA

FICHA DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del experto: *Edison Kenzi Barrera Oshiro*
 1.2 Grado Académico: LIC. TECNÓLOGO MÉDICO EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA
 1.3 Institución Donde Labora: HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA
 1.4 Título de La Investigación: CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFÍA DE TORAX CON PROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL-2023
- 1.5 Autor del Instrumento: YULIO BRANDON UCHARIMA MALDONADO

II. ASPECTOS A EVALUAR

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X		80
2. OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables				X		80
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X			60
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización y lógicas					X	95
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X		80
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudio					X	95
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio.				X		80
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables				X		80
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X		80
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías					X	95
Total							

PROMEDIO DE VALORACION: *82.5 %*OPINIÓN APLICABILIDAD: *VALIDO*

[Firma]
 Lic. Barrera Oshiro Edison Kenzi
 Tecnólogo Médico
 Radiología
 2023-2023

Firma del experto

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA

FICHA DE VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del experto:
 1.2 Grado Académico:
 1.3 Institución Donde Labora:
 1.4 Título de La Investigación:

Vegro Rios Frank Christian
 LIC. TECNOLOGO MEDICO EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGIA
 HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA
 CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFIA DE TORAX CON
 PROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPIITAL NACIONAL-2023

1.5 Autor del instrumento:

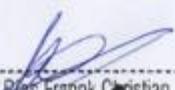
YULIO BRANDON UCHARIMA MALDONADO

II. ASPECTOS A EVALUAR

INDICADORES DE EVALUCION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANLITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X		75
2. OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables				X		75
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X		75
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización y lógica			X			60
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X		75
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudio					X	90
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio.					X	90
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables				X		70
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X		70
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías				X		75
Total							

PROMEDIO DE VALORACION: 75.5%

OPINIÓN APLICABILIDAD: Aprobable


 Lic. Vegro Rios Frank Christian
 Tecnólogo Médico
 Radiología
 C. T. M. P. 12784

Firma del experto

Anexo V: SOLICITUD DE PERMISO

46

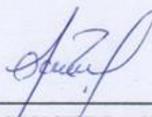
"Año de la unidad la paz y el desarrollo"

Lima ,03 de octubre 2023

ASUNTO: Autorización para realizar el estudio de investigación en el servicio de tomografía para la tesis **"CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFÍA DE TORAX, CON PROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL -2023"**

Por medio de la presente se le concede el permiso para la recolección de datos al egresado **UCHARIMA MALDONADO YULIO BRANDON** de la especialidad de **RADIOLOGÍA** de la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal; para que realice su tesis con el tema **"CALIDAD DE IMAGEN EN ANGIOTOMOGRAFÍA DE TORAX, CON PROTOCOLO DE BAJO VOLTAJE EN UN HOSPITAL NACIONAL - 2023"** para así contribuir en la obtención del título profesional. Debiendo mantener principios de ética y confidencialidad de la información otorgada.

Atentamente,



Mg. Karim SANCHEZ ACOSTUPA
Coordinadora de Tecnólogos Médicos
Departamento de Diagnóstico Por Imágenes - HNAL

Anexo VI: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Definición del Problema	Objetivos	Metodología		
Problema principal	Objetivo general	Variables	Población	Instrumento de medición
¿Cuál es la calidad de imagen obtenida en la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares cuando se utiliza un protocolo de bajo voltaje en un hospital nacional en el año 2023?	Evaluar la calidad de imagen obtenida en la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares cuando se utiliza un protocolo de bajo voltaje en un hospital nacional en el año 2023.	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Sexo • Dosis efectiva • Parámetros de adquisición • Calidad de imagen 	La población se encontrará conformada por pacientes atendidos en servicio de ATC en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza durante el año 2023.	Ficha de recolección de datos
Problemas específicos	Objetivos específicos	Tipo y diseño de investigación	Muestra	Análisis de datos
¿Cuál es la edad y sexo más frecuente de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje?	Describir la edad y sexo más frecuente de los pacientes que se realizaron una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje.	Descriptiva, experimental, y de enfoque cuantitativo.	no Muestreo por conveniencia	Se empleó el programa estadístico SPSS Vs. 26 para elaborar la estadística descriptiva e inferencial.
¿Cuál es la dosis efectiva de radiación para el paciente en el examen de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares en un protocolo de bajo voltaje?	Determinar la dosis efectiva de radiación para el paciente en el examen de angiotomografía de tórax de arterias pulmonares en un protocolo de bajo voltaje.			

<p>¿Cuáles son los parámetros de adquisición de una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje?</p>	<p>Describir los parámetros de adquisición de una angiotomografía de tórax de arterias pulmonares con un protocolo de bajo voltaje.</p>			
<p>¿Cuál la calidad de imagen de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares usando un protocolo de bajo voltaje según los parámetros de adquisición?</p>	<p>Determinar la calidad de imagen de la angiotomografía de tórax de arterias pulmonares usando un protocolo de bajo voltaje según los parámetros de adquisición</p>			