



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

NIVELES DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO EN ESTUDIOS DE
TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE TÓRAX EN PACIENTES ADULTOS
EN UNA CLÍNICA PRIVADA DE LA CIUDAD DE LIMA, 2022-2023

DIAGNOSTIC REFERENCE LEVELS FOR CHEST COMPUTED
TOMOGRAPHY STUDIES IN ADULT PATIENTS IN A PRIVATE CLINIC IN
THE CITY OF LIMA, 2022-2023

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE
RADIOLOGÍA

AUTOR

RENZO ANDERSON MERINO LUNA

ASESOR

EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

CO-ASESOR

RAUL EDWIN CORREA ÑAÑA

LIMA – PERÚ

2024

JURADO

Presidente: Dr. Guillermo Bravo Puente

Vocal: Lic. TM Cecilia Luis Miranda

Secretario: Lic. TM Natalia Mosquera Vergaray

Fecha de Sustentación: 19 de octubre de 2024

Calificación: Aprobado con Honores

ASESORES DE TESIS

ASESOR

Mg. Edward Artemio Meca Castro

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-1226-9299

CO-ASESOR

Lic. Psic. Raul Edwin Correa Ñaña

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-1565-626X

DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino y brindarme la gracia necesaria para alcanzar este logro.

A mis padres, por su amor incondicional, por inculcarme los valores y principios que me han formado, y por su apoyo constante a lo largo de este recorrido. A mis hermanas, por ser mi fuente de inspiración y fortaleza, motivándome a ser la mejor versión de mí mismo.

A mi abuelita Cecilia, quien desde el cielo me acompaña. Su amor y legado siempre estarán presentes en mi corazón, y en cada paso de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores, Mg. Edward Artemio Meca Castro y Lic. Raul Edwin Correa Ñaña, por su invaluable apoyo, orientación y dedicación a lo largo de este proceso. Su conocimiento y compromiso fueron fundamentales para la realización de esta tesis.

Al Lic. Waynner Sánchez García, por su apoyo constante y contribución. Su disposición y aportes fueron esenciales en este proyecto.

A la Clínica Internacional, por haberme brindado las facilidades, el espacio y, sobre todo, la confianza para desarrollar esta investigación en su prestigiosa institución.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Autofinanciado.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener ningún conflicto de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

1 de 9: Renzo Anderson MERINO LUNA
NIVELES DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO EN ESTUDIOS DE TOMOG...

Similitud 10% Marcas de alerta

Informe estándar ⓘ
Informe en inglés no disponible [Más información](#)

10% Similitud estándar

Filtros

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas ⓘ

- 1** Internet ⓘ
repositorio.upch.edu.pe 1%
13 text blocks 194 palabras coincidentes
- 2** Internet ⓘ
duict.upch.edu.pe <1%
6 text blocks 140 palabras coincidentes
- 3** Internet ⓘ
cybertesis.unmem.edu.pe <1%

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA | Facultad de **MEDICINA**

NIVELES DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO EN ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE TÓRAX EN PACIENTES ADULTOS EN UNA CLÍNICA PRIVADA DE LA CIUDAD DE LIMA, 2022-2023

DIAGNOSTIC REFERENCE LEVELS FOR CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY STUDIES IN ADULT PATIENTS IN A PRIVATE CLINIC IN THE CITY OF LIMA, 2022-2023

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA

AUTOR
RENZO ANDERSON MERINO LUNA

ASESOR
EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

CO-ASESOR
RAUL EDWIN CORREA NAÑA

LIMA - PERÚ
2024

TABLA DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO E HIPÓTESIS	9
III. MATERIAL Y MÉTODO	10
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	36
VI. LIMITACIONES	45
VII. CONCLUSIONES	46
VIII. RECOMENDACIONES	47
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
X. TABLAS Y GRÁFICOS	59
ANEXOS	

RESUMEN

Antecedentes: Los niveles de referencia para diagnóstico (DRL, por sus siglas en inglés), representan una herramienta eficaz de adecuación de la gestión de dosis en tomografía computarizada, por este motivo la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés), recomendó el uso de estos niveles como un instrumento en la optimización de la protección radiológica. Estudios desarrollados consideran fundamental la determinación de dichos niveles en el ámbito institucional, local, regional y nacional.

Objetivo: Determinar los niveles de referencia para diagnóstico en estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos realizados en una clínica privada de la ciudad de Lima, 2022-2023. **Material y**

métodos: Estudio observacional, descriptivo y de corte transversal. La muestra fue de 381 estudios tomográficos de tórax sin contraste de pacientes atendidos en el Centro de Diagnóstico por Imágenes de una clínica privada de la ciudad de Lima en el periodo 2022-2023, seleccionados por un muestreo aleatorio simple. Los DRL institucionales fueron obtenidos a partir de los valores típicos (Percentil 50) del CTDI_{vol}, DLP y SSDE.

Resultados: Los DRL institucionales en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos fueron 4.04 mGy para el CTDI_{vol}, 177 mGy.cm para el DLP y 4.98 mGy para la SSDE. **Conclusiones:** Los DRL institucionales en la presente investigación realizado en Perú fueron inferiores en comparación a los DRL establecidos a nivel internacional.

Palabras claves: Tomography, X-Ray Computed, Diagnostic Reference Levels, (DeCS/MeSH)

ABSTRACT

Background: Diagnostic reference levels (DRL) represent an effective tool for the adequacy of dose management in computed tomography. For this reason, the International Commission on Radiological Protection (ICRP) recommended the use of these levels as an instrument in the optimization of radiological protection. Studies developed consider it essential to determine these levels at institutional, local, regional and national levels. **Objective:** To determine the reference levels for diagnosis in non-contrast chest computed tomography studies in adult patients performed in a private clinic in the city of Lima, 2022-2023. **Methods:** Observational, descriptive and cross-sectional study. The sample consisted of 381 non-contrast chest tomographic studies of patients attended at the Diagnostic Imaging Center of a private clinic in the city of Lima in the period 2022-2023, selected by simple random sampling. Institutional DRL were obtained from the typical values (50th percentile) of CTDI_{vol}, DLP and SSDE. **Results:** Institutional DRLs in non-contrast chest computed tomography studies in adult patients were 4.04 mGy for CTDI_{vol}, 177 mGy.cm for DLP and 4.98 mGy for SSDE. **Conclusions:** The institutional DRLs in the present investigation performed in Peru were lower compared to the DRLs established at the international level.

Keywords: Tomography, X-Ray Computed, Diagnostic Reference Levels, (DeCS/MeSH)

I. INTRODUCCIÓN

Desde su invención, la tomografía computarizada (TC) no solo ha revolucionado la radiología y la medicina, sino también se ha convertido en una herramienta muy utilizada en el ámbito hospitalario, debido a su alta resolución, tiempo corto de exploración y procesamiento tridimensional; ofreciendo una mejor visualización anatómica y diagnósticos diferenciales (1). En los Estados Unidos, el uso de la TC se ha incrementado más de tres veces desde el año 1993, estimándose un aumento de 26 a 70 millones en el 2007. Recientemente el uso de la TC de tórax fue sustancialmente mayor al inicio de la pandemia, habiéndose incrementado en cinco veces más desde 2019 en comparación al 2020, por lo que se alerta el impacto en la exposición a la radiación relacionada con la pandemia COVID-19 en la salud pública (2,3).

La disponibilidad de la TC conlleva a un incremento exponencial de su uso, convirtiéndose en motivo de preocupación, pese al beneficio que reciben los pacientes mediante el diagnóstico, la dosis de radiación no es despreciable en comparación de las radiografías convencionales, contribuyendo con casi el 50 % de la dosis total de rayos X con fines médicos. Asimismo, de acuerdo al informe emitido por la United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), la radiación producida durante un procedimiento médico representa un 19,7% de la dosis media total recibida por una persona anualmente (4). Por esta razón, Berrington de Gonzáles A. et al. en su estudio realizado en los EE. UU en el 2007, a través de un modelo de

proyección de riesgos, estimaron y sugirieron que aproximadamente 29.000 cánceres a futuro podrían estar relacionados con el uso de la tomografía computarizada en exploraciones comunes como tórax, abdomen, pelvis y cabeza (5).

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en América Latina y el Caribe, los servicios de radiología se enfrentan a procedimientos de baja calidad, con exposiciones innecesarias a la radiación que traen como consecuencia el diagnóstico incorrecto de varias enfermedades, como la tuberculosis, la neumonía y el cáncer (6). En efecto, se han establecido mundialmente medidas de protección radiológica con la finalidad de disminuir la cantidad de procedimientos injustificados, así como la dosis de radiación por estudio, estableciendo los parámetros mínimos necesarios para una calidad de imagen óptima, de tal manera que se pueda reducir los efectos determinísticos y la probabilidad de ocurrencia de los efectos estocásticos ocasionados por la radiación (7).

Durante la pandemia, el incremento exponencial de los casos confirmados por el virus SARS-CoV-2, conllevó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) sugerir el uso de la tomografía computarizada como parte de los estudios radiológicos de tórax para la evaluación diagnóstica de los casos presuntivos y la valoración de la extensión de la enfermedad, dada su alta sensibilidad y especificidad (8-11). Igualmente, este método es crucial en el cribado de cáncer de pulmón puesto que demostró reducir la mortalidad en un 20% en poblaciones con factores de riesgo por su detección temprana (12).

Con lo expuesto anteriormente, se puede aseverar el valor que posee dicha modalidad en el diagnóstico de patologías pulmonares, considerando que es la principal fuente de radiación artificial al que se encuentran expuestos los usuarios. No obstante, Ubeda et al. en su estudio plantean como necesario establecer niveles de referencia para diagnóstico en TC para cada procedimiento y grupo específico de pacientes, basados en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés) con la finalidad que sean aplicadas en otras instituciones a nivel local o regional (13).

Hace ya un cuarto de centuria, se introdujo los niveles de referencia para diagnóstico (DRL, por sus siglas en inglés) en la publicación 73 “Protección Radiológica y Seguridad en Medicina” por la ICRP como herramienta para optimizar la protección radiológica en los pacientes sometidos a procedimientos e intervenciones donde se utilice radiación ionizante con fines diagnósticos principalmente en los estudios comúnmente solicitados, dando prioridad a aquellos que se realizan con una frecuencia alta o que resulten en la mayor radiación al paciente; indicando si la cantidad de radiación empleada para un procedimiento determinado son muy altos o inusualmente bajos, sin verse comprometida la calidad de la imagen (14).

En TC, los DRL se registran a partir del Índice de Dosis en Tomografía Computarizada en Volumen ($CTDI_{vol}$ (mGy)) y el Producto Dosis - Longitud (DLP (mGy.cm)). Estas son magnitudes que indican la salida de la dosis de radiación del equipo; el $CTDI_{vol}$ se estima en base a las medidas de un maniquí cilíndrico de 16 o 32 cm y el DLP se estima mediante la multiplicación del

CTDI_{vol} por la longitud explorada (15). Sin embargo, la exposición a la radiación también depende del tamaño y la atenuación del paciente; en consecuencia, en 2011, la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM, por sus siglas en inglés) en su reporte N° 204, estableció el método de Estimación de Dosis Específica por Tamaño (SSDE (mGy)) que considera la dosis de salida y las características del paciente (16). Por esta razón, la ICRP en su publicación 135 recomienda dicha herramienta debido a que puede proporcionar información valiosa (15). En tal sentido, sugiere usarse como un apoyo adicional en la optimización de la dosis de radiación para los estudios de tórax y abdomen.

Acorde a la investigación, es necesario mencionar las publicaciones científicas de autores nacionales e internacionales. Kanal et al. en su estudio realizado en 583 instituciones de salud, analizó a 1310727 (100%) estudios tomográficos, 330793 (25%) fueron estudios torácicos sin y con contraste. De estos, 159909 (12%) fueron estudios de tórax sin contraste, 55.5% correspondieron a sexo femenino y 44.5% al sexo masculino. La edad de la población fue de 26.4% en el intervalo de 19-44 años, 33.9% en 45-64 años y 39.7% en 65 años a más. Respecto a los estudios de tórax sin contraste, muestra en sus resultados obtenidos el diámetro equivalente en agua, la dosis alcanzable y los niveles de referencia para diagnóstico. Además, detalla que en 10863 (6.79%) pacientes, el diámetro equivalente en agua (Dw) fue de 21 a 25cm, en 35204 (22.01%) fue de 25 a 29 cm, en 58650 (36.67%) fue de 29 a 33 cm, en 39375 (24,62%) fue de 33 a 37 cm y en 10539 (6.59%) fue de 37 a 41 cm. En conclusión, demostró que la SSDE otorga una estimación más real de la dosis del paciente, lo que

favorecerá a una futura optimización de los protocolos de tomografía de tórax (17).

Asimismo, Kanal et al. realizó una comparación de los resultados de DRL nacionales para estudios tomográficos de tórax sin contraste (CTDI_{vol} de 12 mGy, SSDE de 15 mGy y DLP de 443 mGy.cm), con los DRL nacionales de Japón (CTDI_{vol} de 15 mGy y DLP de 550 mGy.cm), EEUU (CTDI_{vol} de 10 mGy y DLP de 400 mGy.cm), Reino Unido (CTDI_{vol} de 12 mGy y DLP de 610 mGy.cm), Irlanda (CTDI_{vol} de 9 mGy y DLP de 390 mGy.cm), Australia (CTDI_{vol} de 15 mGy y DLP de 450 mGy.cm), Canadá (14 mGy y DLP de 521 mGy.cm) y Grecia (14 mGy y DLP de 480 mGy.cm) evidenciándose una diferencia en el CTDI_{vol} y DLP de (3 mGy, 107 mGy.cm), (2 mGy, 43 mGy.cm), (167 mGy), (3 mGy, 53 mGy.cm), (3 mGy, 7 mGy.cm), (2 mGy, 78 mGy.cm) y (2 mGy, 37 mGy.cm), respectivamente. Por otro lado, consideraron los DRL propuestos por organismos internacionales como el Consejo Nacional de Protección y Mediciones Radiológicas (NCRP, por sus siglas en inglés) y la Asociación Americana de físicos en Medicina (AAPM, por sus siglas en inglés) en colaboración con la ACR (CTDI_{vol} de 21 mGy), encontrándose una diferencia en el CTDI_{vol} de 9 mGy. De acuerdo a lo mencionado, concluyeron que los DRL nacionales obtenidos generalmente no son más altas en comparación a los expuestos por otros países y organismos internacionales (17).

Boos et al. en un estudio realizado en Alemania en el 2018, buscaron determinar los niveles de referencia para diagnóstico institucional. Consideraron un total de 1690 estudios, en el cual 1072 (63.43%) fueron de mujeres y 618 (36.56%) fueron de hombres, ambos en un intervalo de 18-96 años de edad. De los

estudios tomográficos de tórax 423 (90%) fueron sin contraste. Se evidenció el incremento del $CTDI_{vol}$ y la SSDE, al aumentar el diámetro equivalente en agua (Dw). Finalmente, concluye que, considerar la dosis específica por tamaño proporcionará un análisis más preciso de la exposición de los pacientes, el cual contribuirá a mejorar la optimización de los protocolos en tomografía (18).

Otro estudio realizado en el 2019 por Brat et al. compararon los DRL locales para las 11 indicaciones más comunes en tomografía de tórax - abdomen sin y con medio de contraste, considerando el índice de masa corporal ($IMC < 25$; $IMC \geq 25$). La muestra total fue de 6368 (100%) estudios, 3407 (53,5%) fueron mujeres y 2962 (46,5%) hombres. La edad media de los pacientes fue de 59.7 años. Se consideró 1058 (16.6%) estudios torácicos, el 60.3% (638) fueron estudios sin contraste, de este grupo el 45.6% (291) fueron para estudios con indicación de enfisema y el 54.4% (347) fueron para indicación de neumonía. Los resultados demostraron que, los distintos IMC comprenden diferentes niveles de dosis de radiación, incrementándose en los estudios de pacientes con $IMC \geq 25$, llegando a la conclusión que al ser clasificados permitirá una mejor optimización de la dosis en las distintas indicaciones clínicas (19).

Por otro lado, en Colombia, García L. desarrolló un análisis de las dosis reportadas por los equipos de tomografía computarizada en los estudios de tórax, abdomen y pelvis sin contraste, comparándolas con los niveles de referencia de publicaciones internacionales. Consideró una muestra total de 1445 estudios, entre ellos 703 (48.65%) fueron estudios de tórax sin contraste de pacientes adultos, 360 (51,2%) fueron mujeres y 343 (48,8%) hombres. Además, consideró el diámetro efectivo de los pacientes, de los cuales, 173

(24,6 %) de ellos tuvieron un diámetro de 17-25 cm, 386 (54,9%) tuvieron un diámetro de 26-29 cm y 144 (20,5%) un diámetro de 30-36 cm. De igual importancia es mencionar que García L. realizó una comparación con los DRL de publicaciones internacionales, evidenciando que, los DRL institucional presentan una diferencia en el $CTDI_{vol}$ de 1,2 mGy frente a los DRL del Reino Unido ($CTDI_{vol}$ de 12 mGy) y una diferencia en el $CTDI_{vol}$ de 0,8 mGy, 3,2 mGy, 1,6 mGy, 5,4 mGy y 2.2 mGy frente a los DRL de EE. UU ($CTDI_{vol}$ de 10 mGy), Canadá ($CTDI_{vol}$ de 14 mGy), Portugal ($CTDI_{vol}$ de 12,4 mGy), la Comisión Europea ($CTDI_{vol}$ de 5,4 mGy) y el Colegio Americano de Radiología (ACR) ($CTDI_{vol}$ de 13 mGy) respectivamente. En conclusión, recomienda analizar los protocolos para la población adulta, de tal manera que se pueda lograr una optimización de dosis sin disminuir la calidad de la imagen (20).

Asimismo, Amaya E, Muñoz E. en 2021, establecieron los niveles de referencia para diagnóstico (DRL) institucionales en cuatro áreas de radiodiagnóstico. Seleccionaron un total de 90 estudios tomográficos de cráneo, tórax y abdomen, 30 (33.3%) fueron estudios torácicos, de los cuales, 11 (36.6%) fueron de mujeres y 19 (63.4%) de hombres, entre los 30-90 años de edad. Concluye que el $CTDI_{vol}$ es superior al encontrado en los valores de $CTDI_{vol}$ establecidos en los DRL locales y respecto a los valores del DLP es mayor al encontrado en el Reino Unido y superior al de Marruecos (21-23).

Del Rio M. en un estudio realizado en México durante el 2022 evaluó los niveles de referencia para diagnóstico (DRL) para estudios tomográficos, considerando diámetros efectivos de pacientes desde 21 a 41 cm. Analizó 792 estudios, 213

(26.89%) fueron estudios de tórax sin contraste, entre ellos 96 (45.07%) fueron de mujeres y 117 (54.92%) de hombres. El estudio comparó sus resultados CTDI_{vol} de 7.94 mGy, SSDE de 9.85 mGy y DLP de 289 mGy.cm con los DRL nacionales de EE. UU por Kanal K. et al. (CTDI_{vol} de 12 mGy, SSDE de 15 mGy y DLP de 443 mGy.cm), mostrando una diferencia en el CTDI_{vol} de 4.06 mGy, en la SSDE de 5.15 mGy y en el DLP de 156 mGy.cm (17). Por lo expuesto, concluye que los DRL institucionales se encuentran por debajo de los valores reportados en los DRL nacionales de EE. UU (24).

En el ámbito nacional, Garnique J. el 2019, realizó una tesis titulada “Niveles de referencia de dosis para exámenes de tomografía computada en una clínica de diagnóstico por imágenes de Chiclayo”, donde su objetivo fue comparar los valores de dosis obtenidos de los estudios realizados en dicho establecimiento con los niveles de referencia propuestos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés). Consideró 127 estudios de cabeza y abdomen. Finalmente, se demostró que los niveles de referencia obtenidos en la clínica CERIN para los 2 protocolos de estudios se encuentran por debajo de los valores establecidos por la ICRP y se concluyó que dichos valores se encuentran óptimos para la protección del paciente (25).

Por otro lado, a pesar de la relevancia de los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL) en la optimización de la protección radiológica y su papel crucial en la mejora de la calidad de los servicios de radiología, tras una exhaustiva revisión de antecedentes, no se han identificado estudios específicos en el Perú sobre los DRL en exámenes de tomografía computarizada de tórax. La carencia de estudios en este ámbito resalta la necesidad de generar un

respaldo científico a nivel institucional, local, regional y nacional, que pueda servir como referencia para futuras investigaciones. Del mismo modo, consideramos que este respaldo pueda ser motivador para que otras instituciones realicen mayores contribuciones al avance científico, asegurando que sean fácilmente reproducibles y aplicables en distintos contextos.

Por lo antes mencionado, la presente investigación plantea la siguiente pregunta de investigación científica **¿Cuáles son los niveles de referencia para diagnóstico en estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos en una clínica privada de la ciudad de Lima, 2022-2023?**

II. OBJETIVO E HIPÓTESIS

Objetivo general

Determinar los niveles de referencia para diagnóstico en estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos realizados en una clínica privada de la ciudad de Lima, 2022-2023.

Objetivos específicos

- Describir el Índice de Dosis en Tomografía Computarizada en Volumen ($CTDI_{vol}$) en estudios de tomografía computarizada de tórax

sin contraste en pacientes adultos.

- Describir el Producto Dosis - Longitud (DLP) en estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos.
- Estimar la Dosis Específica por Tamaño (SSDE) en estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos.
- Describir las características de los pacientes vinculados en el estudio en relación al sexo, edad, índice de masa corporal y modelo del equipo tomográfico.
- Describir los factores de exposición como el kilovoltaje, miliamperaje-segundo y el parámetro de adquisición como el tiempo de rotación en base al reporte de dosis de los estudios, según los niveles de referencia para diagnóstico institucional.
- Comparar los niveles de referencia para diagnóstico institucional respecto a los niveles de referencia para diagnóstico establecidos en reportes internacionales.

III. MATERIAL Y MÉTODO

Diseño del estudio

Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y de corte transversal, puesto que la investigación se desarrolló en un tiempo determinado (26).

Población y lugar de estudio

La población estuvo constituida por estudios tomográficos de tórax sin contraste de pacientes adultos atendidos en el Centro de Diagnóstico por Imágenes de la Clínica Internacional – sede San Borja, Surco y Lima, 2022 - 2023.

Criterios de inclusión

Estudios tomográficos de tórax sin contraste, de alta resolución y de baja dosis de pacientes de ambos sexos.

Estudios tomográficos de tórax sin contraste, de alta resolución y de baja dosis de pacientes mayores de 18 años.

Estudios tomográficos de tórax sin contraste, de alta resolución y de baja dosis pertenecientes al año 2022-2023.

Criterios de exclusión

Estudios tomográficos de tórax con indicación de administración de medio de contraste endovenoso.

Estudios tomográficos de tórax realizadas con técnica de espiración.

Estudios tomográficos de tórax que abarquen otras regiones anatómicas.

Muestra

Tamaño de muestra

La muestra estuvo conformada por 381 estudios tomográficos de tórax sin contraste, de alta resolución y de baja dosis que fueron obtenidos desde el año 2022 al 2023 en el Centro de Diagnóstico por Imágenes de la Clínica Internacional. La muestra se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * S^2}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * S^2}$$

Donde:

N: población registrada durante el periodo del 2022 = 4123

α : Alfa máximo error tipo 1 = 0,050

1- α /2: Nivel de confianza = 0,975

Z (1 - α /2) = 1,96

\bar{x} : Media del CTDI_{vol} del estudio Simantirakis G et al. (27) = 11.1

S: Desviación estándar CTDI_{vol} del estudio Simantirakis G et al. (27) = 5.5

s²: Varianza = 30,25

d: Precisión = 0,05

n= 346

El tamaño muestral inicial se calculó en 346 estudios tomográficos. Sin embargo, considerando una tasa de rechazo del 10% para prever la posible

pérdida de datos, se adicionaron 35 estudios tomográficos. Por lo tanto, la muestra final se ajustó a un total de 381 estudios.

Muestreo

Se realizó muestreo probabilístico aleatorio simple y según cumpla con los criterios de inclusión y exclusión.

Definición operacional de variables (Ver anexo 5)

Instrumentos de investigación

Para la presente investigación, se utilizó información de las variables de interés a partir de las historias clínicas, el registro de los pacientes, el reporte de dosis y las imágenes de los estudios tomográficos de tórax sin contraste extraídas del software Centricity RIS-i (RIS, Sistema de Información Radiológica) y el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS) del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI) de la Clínica Internacional, en sus sedes de San Borja, Lima y Surco. Los equipos con los que cuenta el CDI son tres tomógrafos multicortes modelo SOMATOM go. Top de 128 cortes marca Siemens Healthineers, un tomógrafo multicorte modelo Revolution EVO de 128 cortes marca General Electric Healthcare y un tomógrafo multicorte modelo Revolution CT de 512 cortes marca General Electric Healthcare (**Ver anexo 8**).

Se utilizó una ficha de recolección de datos diseñada para el estudio (**Ver anexo 1**), el cual se estructuró en cinco partes: En la primera parte se indicaron el código asignado al paciente, características sociodemográficas y antropométricas como el sexo, edad, estatura, peso e índice de masa corporal (IMC); en la segunda parte se indicaron los factores de adquisición como el kilovoltaje (kV), miliamperios-segundo (mAs) y el parámetro de adquisición como el tiempo de rotación del tubo de rayos X; la tercera parte estuvo conformada por el reporte dosimétrico en el cual se registró el valor del Índice de dosis en Tomografía Computarizada en Volumen (CTDI_{vol}) y el Producto Dosis - Longitud (DLP); la cuarta parte se indicó el tipo de modelo y marca del tomógrafo empleado para la adquisición del estudio. Finalmente, la quinta parte se utilizó para la estimación de la Dosis Específica por Tamaño (SSDE) considerando el diámetro efectivo o las dimensiones (Anteroposterior (AP), lateral (LAT) o AP+LAT) para seleccionar el factor de conversión, basándose en un maniquí de 32 cm, plasmados en las tablas de elaboración propia extraída del reporte 204 de la AAPM (**Ver anexo 3 y 4**). Además, se elaboró un registro de la base de datos de las variables de cada paciente que se consideraron en el presente estudio, para un mejor rastreo de la información (**Ver anexo 2**).

Procedimientos y técnicas

El proyecto fue aprobado por la Facultad de Medicina y el Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Asimismo, fue autorizado por

la Unidad de Investigación de la Clínica Internacional para su respectiva ejecución. Para ello, se siguió el siguiente procedimiento:

Primero.

Recopilación de los datos sociodemográficos y antropométricos (sexo, edad, estatura, peso e índice de masa corporal) de las historias clínicas y/o la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).

Segundo.

Adquisición de los factores de exposición y los parámetros de adquisición de la imagen, como el kilovoltaje (kV), miliamperios-segundo (mAs), tiempo de exploración por rotación (s) y los valores dosimétricos, como el Índice de Dosis en Tomografía Computarizada en Volumen (CTDI_{vol}) y el Producto Dosis - Longitud (DLP). Todos ellos fueron obtenidos directamente del reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenados en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS).

Tercero.

Para estimar la Dosis Específica por Tamaño (SSDE), como primer paso se utilizaron las herramientas de medición del software del tomógrafo para determinar el diámetro efectivo (cm) de cada paciente a partir de las dimensiones anteroposterior (AP) y lateral (LAT) en imágenes de cortes axiales de tórax sin contraste con filtro de mediastino (**Ver ecuación 1**), considerando las cuatro cavidades cardiacas como reparo anatómico (**Ver figura 1**).

$$\text{Ecuación 1. Diámetro efectivo} = \sqrt{AP \times LAT}$$

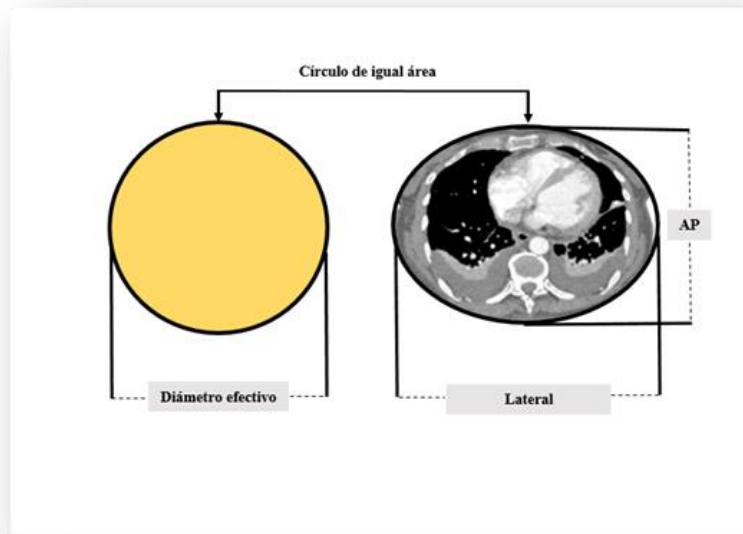


Figura 1: Se ilustran la dimensión anteroposterior (AP) y lateral, junto con el diámetro efectivo. El diámetro efectivo corresponde a un círculo que tiene un área igual a la de los cortes axiales del paciente en una imagen de TC.

Con los valores logrados de diámetro efectivo, se consultó la tabla generada por el reporte 204 publicado por la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM) (16), adaptada en la tabla 1 (**Ver anexo 3**), donde se mostraron los factores de conversión según el tamaño seleccionado del paciente. Para determinar la tabla adaptada 1 se tomó en consideración un maniquí de 32 cm, utilizado en la calibración de los valores de $CTDI_{vol}$. Asimismo, el reporte 204 utiliza la dimensión AP o LAT individualmente para determinar el diámetro efectivo.

Cuarto.

Se estimó la Dosis Específica por Tamaño (SSDE) del paciente, obteniendo la dosis en mGy, utilizando la **ecuación 2**:

Ecuación 2. Estimación de Dosis Específica por Tamaño= $SSDE = f^{32}$

$$x_{\text{tamaño}} \times CTDI_{\text{vol}}^{32}$$

Es importante destacar que en el factor de conversión (f), la x fue el índice correspondiente a la dimensión que se utilizó para elegir las tablas (1 a 4) de donde se tomó el valor del factor. Este índice puede ser en función al diámetro efectivo, de la dimensión anteroposterior (AP), de la dimensión lateral (LAT) o de la suma de las dimensiones AP y LAT. (**Ver anexo 4**)

Quinto.

Para la determinación de los DRL Institucionales o valores típicos, se siguieron las recomendaciones de algunos estudios (20) en el establecimiento de los DRL institucionales, considerando la contextura del paciente, debido que la influencia del espesor del paciente es fundamental en el análisis y establecimiento de DRL tanto institucionales, como locales y regionales. El cálculo de los valores típicos fue la recomendación internacional respecto a la implementación de DRL institucionales. Por lo tanto, el cálculo de los valores típicos o DRL institucionales, se tomó en consideración, inicialmente el diámetro efectivo de los pacientes, según lo mencionado en la publicación 204 de AAPM (16).

Para determinar los DRL institucionales se empleó los siguientes procedimientos:

Primero, se realizó el cálculo de las medianas de CTDI_{vol}, DLP y SSDE, dividiendo el grupo general de reporte de dosis de los estudios de tórax sin contraste según el sexo de los pacientes adultos y según los diámetros efectivos y se realizó un análisis entre dichos resultados.

Segundo, se realizó el cálculo de las medianas de CTDI_{vol}, DLP y SSDE, dividiendo el grupo general de reporte de dosis de los estudios de tórax sin contraste según el sexo de los pacientes adultos. Este resultado se comparó con reportes publicados internacionalmente, como se recomienda.

Finalmente, se elaboró una base de datos con toda la información en el programa Microsoft Excel, la cual fue migrada al software estadístico Stata Corporation versión 17.0 y su respectivo análisis.

Aspectos éticos

El presente protocolo se inició con el registro en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) - Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT), para luego ser evaluado por el Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH) previamente a su ejecución. Durante la implementación del estudio, se respetaron los principios

éticos delineados en la Declaración de Helsinki y se siguieron estrictamente las recomendaciones realizadas por el CIE-UPCH.

Los datos recolectados en este estudio fueron obtenidos de una fuente documental e imágenes tomográficas. Previo a este proceso se envió el proyecto aprobado por el comité de ética de la UPCH, la declaración de compromiso de confidencialidad de los datos y la solicitud de ejecución de proyecto de investigación a la Unidad de Investigación y Docencia de la Clínica Internacional. Toda la información se manejó con total confidencialidad manteniendo el anonimato del paciente. El compromiso de confidencialidad del presente estudio se respaldó también en la pauta 12 de recolección, almacenamiento y uso de datos en una investigación relacionada con la salud planteada en las pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos de la CIOMS (38).

Plan de análisis

La información registrada por la unidad operativa fue trasladada a una ficha de recolección de datos, y luego plasmada en una hoja de cálculo Excel, donde se realizó el control de calidad de dicha información. Posteriormente, los datos fueron migrados al software STATA versión 17 con licencia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, donde se etiquetaron las variables para su posterior análisis estadístico. El proceso se realizó en primer lugar con un análisis exploratorio de los datos, seguido de un análisis descriptivo de todas las variables. Para las variables cualitativas nominales, como el sexo y

modelo de equipo tomográfico, y para las ordinales, como el IMC, se realizaron tablas de frecuencias y porcentajes, acompañados de un gráfico de sectores o barras. En el caso de las variables cuantitativas (CTDI_{vol}, DLP, SSDE), se determinaron las medidas de tendencia central y de dispersión. Si estas variables cuantitativas mostraron un comportamiento de distribución normal, se tomó en consideración la media y su desviación estándar; de lo contrario, se tomó la mediana y el rango intercuartil, previa verificación estadística mediante la prueba Kolmogórov-Smirnov.

Para comparar los resultados de nuestro estudio con los obtenidos por otros estudios internacionales, se realizó la prueba de U de Mann –Whitney y/o Kruskal-Wallis.

IV. RESULTADOS

En la presente investigación se evaluaron los estudios tomográficos de tórax sin contraste de 381 pacientes. Los resultados obtenidos respecto a las características sociodemográficas y antropométricas evidenciaron que, 212 (55.64%) correspondieron al sexo masculino. Por otro lado, la edad de la población estudiada mostró una mediana de 53 RI 26 años, de los cuales 11 (2.89%) pacientes fueron jóvenes, 80 (21%) adultos jóvenes, 168 (44.09%) adultos y 122 (32.02%) adultos mayores. Además, el índice de masa corporal (IMC) mostró que 9 (2.36%) pacientes tuvieron bajo peso, 80 (21%) peso normal, 219 (57.48%) sobrepeso, 55 (14.44%) obesidad grado I, 15 (3.94%)

obesidad grado II y 3 (0.79%) obesidad grado III mórbida (**Tabla 1, Gráfico 1-3**).

Por otro lado, en relación a los factores de exposición, se observó que el kilovoltaje (kV) sin filtro de estaño, se usó en 189 estudios, en un rango de 80 kV a 140 kV. Los resultados mostraron que los estudios con mayor porcentaje se realizaron con 110 kV (14.29%) y 120 kV (65.61%). Mientras que, el kilovoltaje con filtro de estaño (SN) fueron usados en 192 estudios, en un rango de SN110 a SN140, mostrándose que el 84.38% se realizó con SN 130.

Respecto a la intensidad de corriente, se evidenció una mediana de 167 (RI 116.8) mAs.

Con respecto a los parámetros de adquisición, se evidenció que los estudios con el mayor porcentaje fueron empleados con un tiempo de rotación de 0.33 segundos (61.94%), seguido de los adquiridos con un tiempo de rotación de 0.5 segundos (38.06%).

Finalmente, la **Tabla 2** y **Gráfico 4** nos muestran los modelos de equipo utilizados en los estudios tomográficos de tórax sin contraste, evidenciando que, 304 (79.79%) estudios fueron realizados con el equipo SOMATON go. Top 128 Siemens, 30 (7.87%) con el equipo Revolution 512 GE y 47 (12.34%) con el equipo Revolution EVO 128 GE.

La **Tabla 3** describe las magnitudes dosimétricas, para el CTDI_{vol} se obtuvo una mediana de 4.04 (RI 2.97) mGy. Para el caso del DLP se obtuvo una mediana de 177 (RI 122.97) mGy.cm, análisis que se realizó con todos los estudios tomográficos de tórax sin contraste.

Los **Gráficos 5**, muestran dos histogramas de las magnitudes dosimétricas (CTDI_{vol} y DLP), donde se ilustraron los datos asimétricos hacia la derecha y con valores atípicos.

La **Tabla 4** describe las medidas de tendencia central y dispersión de la mediana y la media, para los valores de la SSDE, considerando los intervalos de diámetro efectivo, evidenciando que, en el intervalo de 21-24 cm, 23 (6.04%) pacientes mostraron una mediana de 4.62 (RI 2.32) mGy y un promedio de 6.87 ± 5.98 mGy. En el intervalo de 25-28 cm, 146 (38.32%) pacientes, mostraron una mediana de 4.97 (RI 2.21) mGy y una media de 6.83 ± 4.22 mGy. En el intervalo de 29-32 cm, 178 (46.72%) pacientes mostraron una mediana de 4.96 (RI 4.06) mGy y una media de 7.42 ± 4.9 mGy. En el intervalo de 33-36 cm, 31 (8.14%) pacientes mostraron una mediana de 6.15 (RI 9.43) mGy y una media de 9.07 ± 6.36 mGy. En el intervalo ≥ 37 cm, 3 (0.79%) pacientes mostraron una mediana de 14.31 (RI 15.11) mGy y una media de 14.15 ± 7.55 mGy. Por último, para los intervalos totales (21-42cm), 381 (100%) pacientes mostraron una mediana de 4.98 (RI 3.44) mGy y una media de 7.35 ± 4.93 mGy.

La **Tabla 5** muestran los DRL para el CTDI_{vol}, DLP y SSDE según intervalos de diámetro efectivo, discriminados por sexo y unificándolos. Se observó que, en el sexo femenino, con un intervalo de diámetro efectivo de 21-24 cm, en 20 (11.83%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 2.91 mGy, el DLP de 110.5 mGy y la SSDE de 4.38 mGy. Para el intervalo de 25-28cm, en 94 (55.62%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.64 mGy, el DLP de 152.5 mGy.cm y la SSDE es de 4.91 mGy. De la misma manera, para el intervalo de 29-32 cm, en 48 (28.4%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue

de 4.59 mGy, el DLP de 196.5 mGy.cm y la SSDE de 5.49 mGy. Para el diámetro efectivo de 33-36 cm, en 7 (4.14%) pacientes, la mediana del CTDI_{vol} fue de 4.12 mGy, el DLP de 174 mGy y la SSDE de 4.5 mGy.

En el sexo masculino, con un intervalo de diámetro efectivo de 21-24 cm, en 3 (1.42%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.34 mGy, el DLP de 144 mGy.cm y la SSDE de 5.39 mGy. Para el intervalo de 25-28cm, en 52 (24.53%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.88 mGy, el DLP de 171 mGy.cm y la SSDE de 5.3 mGy. Además, para el intervalo de 29-32 cm, en 130 (61.32%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 4.11 mGy, el DLP de 185.5 mGy.cm y la SSDE de 4.88 mGy. Para el intervalo de 33-36 cm, 24 (11.32%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 6.09 mGy, el DLP de 297.82 mGy y la SSDE de 6.46 mGy y, por último, para el intervalo ≥ 37 cm, en 3 (1.42%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 15.9 mGy, el DLP de 614 mGy.cm y la SSDE de 14.31 mGy.

En el sexo femenino y masculino, se observó en el intervalo de diámetro efectivo de 21-24 cm, de 23 (6.04%) pacientes, que la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.08 mGy, el DLP de 116 mGy.cm y la SSDE de 4.62 mGy. Para el intervalo de 25-28 cm, en 146 (38.32%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.79 mGy, el DLP de 159 mGy.cm y la SSDE de 4.97 mGy. Asimismo, en el intervalo de 29-32 cm, en 178 (46.72%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 4.12 mGy, el DLP de 187 mGy.cm y la SSDE de 4.96 mGy. Para el intervalo de 33-36 cm, en 31 (8.14%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 5.73 mGy, el DLP de 259.08 mGy y la SSDE de 6.15 mGy y en el

intervalo ≥ 37 cm, en 3 (0.79%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol}, el DLP y la SSDE fue de 15.9 mGy, 614 mGy.cm y 14.31 mGy, respectivamente.

Finalmente, los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL) institucional o valores típicos obtenidos para los estudios de tomografía de tórax sin contraste fueron 4.04 mGy para el CTDI_{vol}, 177 mGy.cm para el DLP y 4.98 mGy para la SSDE.

Por otro lado, en la **Tabla 6**, se registraron los DRL para el CTDI_{vol} en los pacientes con un índice de masa corporal (IMC) de bajo peso, siendo de 3.61 (RI 4.4) mGy, peso normal de 3.74 (RI 1.16) mGy, sobrepeso de 4.1 (RI 3.37) mGy, obesidad grado I de 4.79 (RI 4) mGy, obesidad grado II de 5.59 (RI 10.88) mGy y obesidad grado III de 27.7 (RI 24.17) mGy. Además, el DLP en los pacientes con un IMC de bajo peso fue de 160.95 (RI 155.04) mGy.cm, peso normal de 162.20 (RI 54.67) mGy.cm, sobrepeso de 179 (RI 124) mGy.cm, obesidad grado I fue de 203 (RI 164.02) mGy.cm, obesidad grado II de 174 (RI 337) mGy.cm y obesidad grado III de 1108 (RI 1027) mGy.cm. Finalmente, para la SSDE en los pacientes con un IMC de bajo peso, peso normal, sobrepeso, obesidad grado I, obesidad grado II y obesidad grado III fue de 5.38 (RI 4.7) mGy, 4.90 (RI 1.56) mGy, 5.12 (RI 4.03) mGy, 5.36 (RI 5.51) mGy, 6.68 (RI 11.05) mGy y 24.24 (RI 23.21) mGy, respectivamente.

El **Gráfico 6** muestra el comportamiento entre el CTDI_{vol} (mGy) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en kg/m², según los intervalos de diámetro efectivo. En el intervalo de 21 – 24 cm, los datos se encontraron concentrados entre un IMC de 16.31 y 37.16 kg/m² y CTDI_{vol} entre 1.42 y 17.1 mGy. En el intervalo de 25 – 28 cm, la dispersión de los puntos de datos fue amplia, localizándose

principalmente entre un IMC de 16.99 y 33.97 kg/m² y CTDI_{vol} entre 1.4 y 16.9 mGy. En el intervalo de 29 – 32 cm, se evidenció una dispersión de puntos, distribuidos entre un IMC de 17.07 y 39.25 kg/m² y CTDI_{vol} entre 2 y 19.7 mGy, algunos superan los 20 mGy hasta 24.75 mGy. Por otro lado, en el intervalo de 33 – 36 cm, los puntos cubrieron un rango de IMC de 24.61 a 47.75 kg/m² con valores de CTDI_{vol} entre 3.09 y 28.2 mGy. En el intervalo ≥ 37 cm, se apreciaron solo los datos de 3 pacientes, donde el rango de IMC se encontró entre 29.30 y 54.32 kg/m² con valores de CTDI_{vol} entre 6.97 y 27.7 mGy. Finalmente, el gráfico total resumió todos los intervalos de diámetro efectivo y evidenció una tendencia ascendente en los valores del CTDI_{vol} a medida que el IMC se incrementó.

El **Gráfico 7** muestra el comportamiento entre el DLP (mGy.cm) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en kg/m², según los intervalos de diámetro efectivo. En el intervalo de 21 – 24 cm, los puntos de datos se encontraron distribuidos entre un IMC de 16.31 y 37.16 kg/m² y valores de DLP entre 49.7 y 295 mGy.cm, con algunos valores atípicos que excedieron los 300 mGy.cm hasta los 769 mGy.cm, lo que indicó que, a medida que el IMC incrementaba dentro de este intervalo, el DLP aumentaba. En el intervalo 25 – 28 cm, se observaron una mayor dispersión de los puntos de datos, localizándose entre un IMC de 16.99 y 33.97 kg/m² y DLP entre 46.6 y 444 mGy.cm, con valores atípicos que excedieron los 400 mGy.cm hasta 723 mGy.cm, evidenciando tendencia positiva entre el IMC y DLP. En el intervalo 29 – 32 cm, la dispersión de los puntos se localizaron entre un IMC de 17.07 y 39.25 kg/m² y DLP entre 61 y 920 mGy.cm, lo que hizo que la tendencia positiva fuera más evidente. Además,

en el intervalo de 33 – 36 cm, los puntos de datos de dispersión cubrieron un rango de IMC de 24.61 a 47.75 kg/m² y un valor del DLP de 120 a 1108 mGy.cm, que conservó una tendencia positiva. Asimismo, en el intervalo ≥ 37 cm, se apreciaron solo los datos de 3 pacientes, que se concentró en un rango de IMC de 29.30 a 54.32 kg/m² y DLP entre 319.02 y 1179 mGy.cm. Finalmente, el gráfico total englobó todos los diámetros efectivos, demostrando una tendencia ascendente positiva en los valores de DLP con el incremento del IMC.

El **Gráfico 8** muestra el comportamiento entre la SSDE (mGy) y el Índice de Masa Corporal (IMC) en kg/m², según los intervalos de diámetro efectivo. En el intervalo de 21 – 24 cm, los puntos de datos se encontraron distribuidos mayormente entre un IMC de 16.31 y 37.16 kg/m² y valores de la SSDE entre 2.26 y 28.22 mGy. En el intervalo 25 – 28 cm, se observó una dispersión de los puntos de datos, que se localizó entre un IMC de 16.99 y 33.97 kg/m² y SSDE entre 1.89 y 23.45 mGy, lo que evidenció una tendencia positiva entre el IMC y la SSDE. En el intervalo 29 – 32 cm, la dispersión fue más amplia, los puntos se localizaron entre un IMC de 17.07 y 39.25 kg/m² y SSDE entre 2.55 y 29.53 mGy, evidenciando una tendencia positiva. Además, en el intervalo de 33 – 36 cm, los puntos de datos se mantuvo con una mayor dispersión, que cubrió un rango de IMC de 24.61 a 47.75 kg/m² y SSDE de 3.22 a 27.92 mGy, que mantuvo una tendencia positiva. Asimismo, en el intervalo ≥ 37 cm, se apreciaron solo los datos de 3 pacientes, que estuvo concentrado en un rango de IMC de 29.30 a 54.32 kg/m² y SSDE entre 6.51 y 21.62 mGy. Finalmente, el

gráfico total englobó todos los diámetros efectivos, lo que demostró una tendencia ascendente en los valores de la SSDE con el incremento del IMC.

El **Gráfico 9** muestra el comportamiento entre el CTDI_{vol} (mGy) y el miliamperaje-segundo (mAs), según los intervalos de diámetro efectivo. En el intervalo de 21 – 24 cm, se apreció una dispersión moderada con algunos puntos de datos distribuidos principalmente entre una intensidad de corriente de 29.75 y 175 mAs y valores de CTDI_{vol} entre 1.42 y 17.1 mGy. En el intervalo 25 – 28 cm, se observaron los puntos de datos localizados entre una intensidad de corriente de 30.22 y 439 mAs y CTDI_{vol} entre 1.4 y 16.9 mGy, lo que mostró una tendencia positiva. En el intervalo 29 – 32 cm, los puntos de datos se encontraron localizados entre una intensidad de corriente de 42 y 352 mAs y CTDI_{vol} entre 2 y 24.75 mGy, lo que evidenció una tendencia central con mayor dispersión de los datos. Además, en el intervalo de 33 – 36 cm, los puntos de datos se mantuvieron dispersos, distribuidos entre una intensidad de corriente de 64.64 y 259 mAs y CTDI_{vol} de 3.09 y 28.2 mGy, lo que mostró una tendencia positiva. Asimismo, en el intervalo ≥ 37 cm, se visualizó solo los datos de 3 pacientes, que estuvieron distribuidas en un rango de intensidad de corriente de 79.71 y 310 mAs y CTDI_{vol} entre 6.97 y 27.7 mGy. Finalmente, el gráfico total englobó todos los diámetros efectivos, demostrando tendencia general positiva entre la intensidad de corriente (mAs) y CTDI_{vol}.

El **Gráfico 10** muestra el comportamiento entre el DLP (mGy.cm) y el miliamperaje-segundo (mAs), según los intervalos de diámetro efectivo. En el intervalo de 21 – 24 cm, los puntos de datos se encontraron distribuidos entre una intensidad de corriente de 29.75 y 175 mAs y valores de DLP entre 49.7 y

769 mGy.cm, lo que evidenció una tendencia positiva. En el intervalo 25 – 28 cm, se observaron los puntos de datos localizados entre una intensidad de corriente de 30.22 y 439 mAs y DLP entre 46.6 y 723 mGy.cm, mostrando una tendencia positiva. En el intervalo 29 – 32 cm, se observó una mayor dispersión de los puntos de datos, que estuvieron localizados entre una intensidad de corriente de 42 y 352 mAs y DLP entre 61 y 920 mGy.cm, que evidenció también una tendencia positiva. Además, en el intervalo de 33 – 36 cm, los puntos de datos se mantuvieron dispersos, que estuvieron distribuidos entre una intensidad de corriente de 64.64 y 259 mAs y DLP de 120 a 1108 mGy.cm. Asimismo, en el intervalo ≥ 37 cm, se visualizó solo los datos de 3 pacientes, que estuvieron distribuidas en un rango de intensidad de corriente de 79.71 y 310 mAs y DLP entre 319.02 y 1179 mGy.cm, Finalmente, el gráfico total englobó todos los diámetros efectivos, demostrando una tendencia general positiva entre la intensidad de corriente (mAs) y DLP.

El **Gráfico 11** muestra el comportamiento entre la SSDE (mGy) y el miliamperaje-segundo (mAs), según los intervalos de diámetro efectivo. En el intervalo de 21 – 24 cm, se observó una dispersión de puntos de datos, que estuvieron distribuidos entre una intensidad de corriente de 29.75 y 175 mAs y valores de la SSDE entre 2.16 y 28.22 mGy. En el intervalo 25 – 28 cm, los puntos de datos se encontraron distribuidos entre una intensidad de corriente de 30.22 y 439 mAs y SSDE entre 1.89 y 23.45 mGy, que mostró una tendencia positiva. En el intervalo 29 – 32 cm, se observó una dispersión de los puntos de datos, localizados entre una intensidad de corriente de 42 y 352 mAs y SSDE entre 2.55 y 29.53 mGy, que evidenció también una tendencia positiva. Además,

en el intervalo de 33 – 36 cm, los puntos de datos se mantuvieron dispersos, distribuidos entre una intensidad de corriente de 64.64 y 259 mAs y SSDE de 3.22 a 27.92 mGy. Asimismo, en el intervalo ≥ 37 cm, se visualizaron solo los datos de 3 pacientes con tendencia positiva, distribuidas en un rango de intensidad de corriente de 79.71 y 310 mAs y SSDE entre 6.51 y 21.62 mGy, Finalmente, el gráfico total englobó todos los diámetros efectivos, demostrando una tendencia general positiva entre la intensidad de corriente (mAs) y SSDE. El **Gráfico 12** muestra el comportamiento entre el CTDI_{vol} (mGy) y el Kilovoltaje (kV), según los intervalos de diámetro efectivo y uso de filtro de estaño. En el intervalo de 21 – 24 cm, los estudios que fueron adquiridos sin filtro de estaño, el kilovoltaje se situó entre 100 y 140 kV, con una tendencia más concentrada en 120 kV, con valores de CTDI_{vol} entre 2.49 y 17.1 mGy. Asimismo, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje se situó entre SN110 y SN130 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de CTDI_{vol} entre 1.42 y 3.63 mGy. En el intervalo de 25 – 28 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje osciló entre 80 y 120 kV, con una tendencia más concentrada en torno a los 120 kV, con valores de CTDI_{vol} entre 2.63 y 16.9 mGy. Por otra parte, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje osciló entre SN110 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de CTDI_{vol} entre 1.4 y 5.01 mGy. En el intervalo 29 – 32 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje se mostró en un rango de 100 y 140 kV, con una tendencia más concentrada en 120 kV, con valores de CTDI_{vol} entre 2.98 y 24.75 mGy. En la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje fluctuó entre SN120 y SN140 kV, concentrándose en

SN130 kV, con valores de $CTDI_{vol}$ entre 2 y 5.33 mGy. Por otro lado, en el intervalo 33 – 36 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje se distribuyó entre de 120 y 130 kV, con una tendencia a concentrarse en 120 kV, con valores de $CTDI_{vol}$ entre 5.31 y 28.2 mGy. Mientras que, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje se mostró en un rango entre SN120 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de $CTDI_{vol}$ entre 3.09 y 4.8 mGy. Finalmente, en el intervalo ≥ 37 cm, la adquisición de 3 estudios sin filtro de estaño, el kilovoltaje se distribuyó entre de 120 y 130 kV, concentrándose en 120 kV, con valores de $CTDI_{vol}$ entre 6.97 y 27.7 mGy.

El **Gráfico 13** muestra el comportamiento entre el $CTDI_{vol}$ (mGy) y el kilovoltaje (kV), divididas según la adquisición realizada sin filtro de estaño y con filtro de estaño. Las adquisiciones sin filtro de estaño evidenciaron valores de kilovoltaje distribuidas en un rango de 80 kV y 140 kV, con una tendencia concentrada en 120 kV y con valores de $CTDI_{vol}$ dispersos, ubicándose entre 2.49 y 28.2 mGy. Por otro lado, en las adquisiciones con filtro de estaño mostraron el rango de valores de kilovoltaje entre SN110 y SN140 kV, con una concentración en SN130 kV y con valores de $CTDI_{vol}$ entre 1.4 y 5.33 mGy.

El **Gráfico 14** muestra el comportamiento entre el DLP (mGy.cm) y el kilovoltaje (kV), según los intervalos de diámetro efectivo y filtro de estaño. En el intervalo de 21 – 24 cm, los estudios adquiridos sin filtro de estaño, el kilovoltaje se situó entre 100 y 140 kV, con una tendencia más concentrada en 120 kV, con valores de DLP entre 85.9 y 769 mGy.cm. Asimismo, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje se situó entre SN110 y SN130 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de DLP entre

49.7 y 153 mGy.cm. En el intervalo de 25 – 28 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje osciló entre 80 y 120 kV, con una tendencia más concentrada en torno a los 120 kV, con valores de DLP entre 103 y 723 mGy.cm. Por otra parte, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje osciló entre SN110 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de DLP entre 46.6 y 214 mGy.cm. En el intervalo 29 – 32 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje se mostró en un rango de 100 y 140 kV, con una tendencia más concentrada en 120 kV, con valores de DLP entre 123 y 920 mGy.cm. En la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje fluctuó entre SN120 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de DLP entre 61 y 300 mGy.cm. Por otro lado, en el intervalo 33 – 36 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje se distribuyó entre de 120 y 130 kV, con una tendencia a concentrarse en 120 kV, con valores de DLP entre 215.81 y 1108 mGy.cm. Mientras que, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje se mostró en un rango entre SN120 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de DLP entre 120 y 206 mGy.cm. Finalmente, en el intervalo ≥ 37 cm, la adquisición de 3 estudios sin filtro de estaño, el kilovoltaje se distribuyó entre de 120 y 130 kV, concentrándose en 120 kV, con valores de DLP entre 319.02 y 1179 mGy.cm.

El **Gráfico 15** muestra el comportamiento entre el DLP (mGy.cm) y el kilovoltaje (kV), divididas según la adquisición realizada sin filtro de estaño y con filtro de estaño. Las adquisiciones sin filtro de estaño evidenciaron valores de kilovoltaje que estuvieron distribuidas en un rango de 80 kV y 140 kV, con una tendencia concentrada en 120 kV y con valores de DLP dispersos,

ubicándose entre 85.9 y 1179 mGy.cm. Por otra parte, en las adquisiciones con filtro de estaño mostraron el rango de valores de kilovoltaje entre SN110 y SN140 kV, con una concentración en SN130 kV y con valores de DLP entre 46.6 y 300 mGy.cm.

El **Gráfico 16** muestra el comportamiento entre la SSDE (mGy) y el kilovoltaje (kV), según los intervalos de diámetro efectivo y filtro de estaño. En el intervalo de 21 – 24 cm, los estudios adquiridos sin filtro de estaño, el kilovoltaje se situó entre 100 y 140 kV, con una tendencia más concentrada en 120 kV, con valores de SSDE entre 3.74 y 28.22 mGy. Asimismo, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje se situó entre SN110 y SN130 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de SSDE entre 2.16 y 5.43 mGy. En el intervalo de 25 – 28 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje osciló entre 80 y 120 kV, con una tendencia más concentrada en torno a los 120 kV, con valores de SSDE entre 3.80 y 23.45 mGy. Por otra parte, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje osciló entre SN110 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de SSDE entre 1.89 y 6.58 mGy. En el intervalo 29 – 32 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje se mostró en un rango de 100 y 140 kV, con una tendencia más concentrada en 120 kV, con valores de SSDE entre 3.73 y 29.53 mGy. En la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje fluctuó entre SN120 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de SSDE entre 2.55 y 6.55 mGy. Por otro lado, en el intervalo 33 – 36 cm, la adquisición sin filtro de estaño, el kilovoltaje se distribuyó entre de 120 y 130 kV, con una tendencia a concentrarse en 120 kV, con valores de SSDE entre 5.79 y 27.92

mGy. Mientras que, en la adquisición con filtro de estaño en este intervalo, el kilovoltaje se mostró en un rango entre SN120 y SN140 kV, concentrándose en SN130 kV, con valores de SSDE entre 3.22 y 4.50 mGy. Finalmente, en el intervalo ≥ 37 cm, la adquisición de 3 estudios sin filtro de estaño, el kilovoltaje se distribuyó entre de 120 y 130 kV, concentrándose en 120 kV, con valores de SSDE entre 6.51 y 21.62 mGy.

El **Gráfico 17** muestra el comportamiento entre la SSDE (mGy) y el kilovoltaje (kV), divididas según la adquisición realizada sin filtro de estaño y con filtro de estaño. Las adquisiciones sin filtro de estaño evidenciaron valores de kilovoltaje distribuidas en un rango de 80 kV y 140 kV, con una tendencia concentrada en 120 kV y con valores de SSDE dispersos, que se ubicaron entre 3.73 y 29.53 mGy. Por otro lado, en las adquisiciones con filtro de estaño mostraron el rango de valores de kilovoltaje entre SN110 y SN140 kV, con una concentración en SN130 kV y con valores de SSDE entre 1.89 y 6.58 mGy.

En la **Tabla 7** se muestran los DRL para el $CTDI_{vol}$, DLP y SSDE según modelo de equipo tomográfico e intervalos de diámetro efectivo, evidenció que, en el modelo de equipo SOMATON go Top. De 128 cortes Siemens, en los pacientes con un intervalo de diámetro efectivo de 21-24 cm, para 20 (5.25%) pacientes, la mediana para el $CTDI_{vol}$ fue de 2.93 mGy, el DLP de 114 mGy.cm y la SSDE de 4.39 mGy. Para el intervalo de 25-28, en 116 (30.45%) pacientes, la mediana para el $CTDI_{vol}$ fue de 3.67 mGy, el DLP de 155 mGy.cm y la SSDE de 4.9 mGy. Asimismo, para el intervalo de 29-32, en 143 (37.53%) pacientes, la mediana para el $CTDI_{vol}$ fue de 4.01 mGy, el DLP de 178 mGy.cm y la SSDE de 4.78 mGy. Para el intervalo de 33-36, en 23 (6.04%) pacientes, la mediana

para el CTDI_{vol} fue de 4.8 mGy, el DLP de 206 mGy.cm y la SSDE de 4.97 mGy. Por último, para el intervalo ≥ 37 cm, en 2 (0.52%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 21.8 mGy, el DLP de 896.5 mGy.cm y la SSDE de 17.97 mGy.

Mientras que en el modelo Revolution Evo de 128 cortes General Electric, en los pacientes con un intervalo de diámetro efectivo de 21-24 cm, en 1 (0.26%) paciente, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 2.6 mGy, el DLP de 108.64 mGy.cm y la SSDE de 3.95 mGy. Para el intervalo de 25-28, en 19 (4.99%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 4.03 mGy, el DLP de 174.11 mGy.cm y la SSDE de 5.34 mGy. Además, para el intervalo de 29-32, en 22 (5.77%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 5.52 mGy, el DLP de 251.98 mGy.cm y la SSDE de 6.51 mGy. Para el intervalo de 33-36, en 4 (1.05%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 6.3 mGy, el DLP de 299.87 mGy.cm y la SSDE de 6.63 mGy y para el intervalo ≥ 37 cm, en 1 (0.26%) paciente, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 6.97 mGy, el DLP de 319.02 mGy.cm y la SSDE de 6.51 mGy.

Finalmente, en el modelo Revolution CT de 512 cortes General electric, en los pacientes con un intervalo de diámetro efectivo de 21-24 cm, en 2 (0.52%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.61 mGy, el DLP de 154.38 mGy.cm y la SSDE de 5.87 mGy. Para el intervalo de 25-28, en 11 (2.89%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 3.86 mGy, el DLP de 172.15 mGy.cm y la SSDE de 5.23 mGy. Para el intervalo de 29-32, en 13 (3.41%) pacientes, la mediana para el CTDI_{vol} fue de 5.15 mGy, el DLP de 212.08 mGy.cm y la SSDE de 6.24 mGy y para el intervalo de 33-36, en 4 (1.05%)

pacientes, la mediana para el $CTDI_{vol}$ fue de 5.85 mGy, el DLP de 255.13 mGy.cm y la SSDE de 6.26 mGy.

La **Tabla 8** muestra los resultados de los DRL de organismos y publicaciones internacionales con los resultados de los DRL institucionales o valores típicos para los estudios de tomografía de tórax sin contraste en la Clínica Internacional. Se observó que, en nuestra investigación, los DRL presentaron un $CTDI_{vol}$ de 4.04 mGy, un DLP de 177 mGy.cm y una SSDE de 4.98 mGy. Asimismo, presentó los DRL a nivel institucional como los DRL propuestos por Del Río M. en el Hospital Zambrano Hellion de Nuevo León, que mostraron un $CTDI_{vol}$ de 7.94 mGy, un DLP de 289 mGy.cm y una SSDE de 9.85 mGy. Los DRL en el Instituto Nacional de Cancerología de Bogotá propuestos por Garcia L, mostraron un $CTDI_{vol}$ de 10.76 mGy, un DLP de 407.64 mGy.cm y una SSDE de 14.2 mGy, mientras que los DRL propuestos por Amaya E, Muñoz E. en Caldas fueron 17.27 mGy para el $CTDI_{vol}$ y 728.8 mGy.cm para el DLP. Por otro lado, se observaron los DRL reportados en Portugal por Santos et al. que expuso un $CTDI_{vol}$ de 14 mGy y un DLP de 470 mGy.cm y los DRL propuestos por el Colegio Americano de Radiología (ACR) en colaboración con la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM) y la Sociedad de Radiología Pediátrica (SPR), estableciendo un valor de 12 mGy para el $CTDI_{vol}$, 443 mGy.cm para el DLP y 15 mGy para la SSDE, el cual consideró como referencia los DRL reportados en EE. UU por Kanal et al. Igualmente, los DRL reportados por Health Canadá mostraron un $CTDI_{vol}$ de 14 mGy y un DLP de 521 mGy.cm, mientras que los DRL propuestos por la Comisión Europea expusieron un $CTDI_{vol}$ de 10 mGy y un DLP de 400 mGy.cm. Finalmente, los

DRL propuestos por Shrimpton et al. reportados por Public Health England, mostraron un $CTDI_{vol}$ y DLP de 12 mGy y 610 mGy.cm, respectivamente.

V. DISCUSIÓN

Los niveles de referencia para diagnóstico (DRL) es una herramienta valiosa para optimizar la protección radiológica en exposiciones con fines diagnósticos, fundamentalmente en estudios comúnmente solicitados como la tomografía computarizada de tórax sin contraste. La relevancia de este estudio de diagnóstico radica en su alta sensibilidad y especificidad para la valoración de la extensión de las patologías pulmonares, siendo sugerido especialmente para el diagnóstico de los casos presuntivos de infección por SARS-CoV-2 (8-11). Para ello, la ICRP recomienda establecer los DRL a partir del valor del percentil 50 de los datos recolectados, lo cual facilita una evaluación más exacta para identificar si la cantidad de radiación empleada para dicho procedimiento son muy altos o insulsamente bajos, sin verse comprometida la calidad de imagen (14).

Respecto a las características sociodemográficas y antropométricas (**Tabla 1**), los pacientes vinculados al presente estudio mostraron una distribución ligeramente superior en el grupo de sexo masculino (55.64%), similares al estudio realizado por Del Río M. en el 2022 con un 54.92% (24). Sin embargo, estos resultados discrepan con el estudio realizado por Kanal et al. en el 2017, donde refirió que el 55.5 % corresponden a pacientes del sexo femenino (17). Una posible explicación de este resultado podría ser debido a la situación

provocada por la COVID 19 en Perú, en el que se confirmó que el 63.08% de pacientes del sexo masculino fueron casos positivos y fallecieron desde el 2020 según el CDC-MINSA (44). Por otro lado, la mediana de la edad fue de 53 (RI 26) años, destacando la población adulta (44.09 %). Respecto al índice de masa corporal (IMC), se evidenció un $IMC \geq 25$ (76.65%), con un mayor predominio en el grupo de sobrepeso (57.48%) en los pacientes vinculados al estudio, en comparación con la investigación realizada por Brat et al. según indicación clínica, donde mostró un $IMC \geq 25$ (49.5% en la indicación de enfisema y 48.7% en neumonía) (19).

En la presente investigación se consideraron los factores de exposición, parámetros de adquisición y el modelo de equipo con los que se obtuvieron las imágenes tomográficas de tórax sin contraste (**Tabla 2**). En cuanto a los factores de adquisición, los estudios se realizaron con un rango de kilovoltaje sin filtro de estaño entre 80 y 140 kV, destacando la adquisición con 120 kV en un 65.61% seguida de 110 kV con un 14.29%, la explicación de este mayor porcentaje de 120 kV radica al ser un voltaje estándar ampliamente aceptado en las adquisiciones de tórax, a causa de la conformidad en las pruebas de calidad de imagen, sustentada en el estudio de Marcel F et al., que respaldan su eficacia diagnóstica (45). En la adquisición con filtro de estaño de SN110 y SN140 kV, destacó la adquisición con SN130 kV (84.38%), seguido del SN120 kV (11.46%), esto puede ser atribuido a que empleando estos kilovoltajes con filtro de estaño, los valores de amplitud de ruido son menores en comparación a los obtenidos con los demás kV con el mismo filtro, este hallazgo está respaldado por Greffier et al. en su investigación (46).

El miliamperaje-segundo empleado fue entre 29.75 y 439 mAs con una mediana de 167 (RI 116.8) mAs, el cual indicó que el 50% de los datos se encuentran entre 29.75 y 167 mAs, esta diferencia de intensidad de corriente puede deberse a la modulación automática de la corriente. El tiempo de rotación más frecuente utilizado fue de 0.33 segundos (61.94%), seguido de 0.5 segundos (38.06%), la explicación de estos porcentajes se debe a que ambos parámetros de adquisición están definidos en los protocolos. Los estudios analizados se adquirieron en tres modelos de equipo tomográfico, siendo el equipo SOMATON go. Top 128 cortes Siemens, el modelo con mayor número de estudios (79.79%) seguido del modelo Revolution EVO 128 cortes GE (12.34%) y Revolution 512 cortes GE (7.87%); la disponibilidad de estos equipos con distintas especificaciones técnicas (**Ver anexo 8**), pueden haber generado sesgos en los resultados. Al contrastar con la investigación realizada por García L. donde los estudios de tórax sin contraste fueron adquiridos con un rango de kilovoltaje de 100 y 140 kV, con una intensidad de corriente > 5 y < 120 mAs, empleados en un equipo modelo Bright Speed Elite 16 cortes GE y en un Somaton Sensation 16 cortes Siemens, evidenciándose una diferencia en las características del equipo 128 y 512 cortes frente a 16 cortes, indicando una mayor cantidad de detectores, los cuales pueden mostrar una diferencia en los parámetros de adquisición y factores de exposición (20).

De acuerdo a la investigación realizada por Kanal et al. se demostró que las dosis alcanzables (AD) (percentil 50) y los DRL (percentil 75) para los estudios de tórax sin contraste, según el diámetro equivalente en agua, revelaron en sus resultados que la dosis alcanzable (AD) y los niveles de referencia para

diagnóstico (DRL) para el $CTDI_{vol}$ pertenecientes a los diámetros de 21-25, 25-29, 29-33, 33-37, 37-41 cm fue de 5 mGy en (AD) y 7 mGy (DRL), 6 mGy (AD) y 9 mGy (DRL), 9 mGy (AD) y 12 mGy (DRL), 13 mGy (AD), 17 mGy (DRL) y 17 mGy (AD) y 21 mGy (DRL) respectivamente. Para la SSDE fue de 8 mGy (AD) y 12 mGy (DRL), 9 mGy (AD) y 12 mGy (DRL), 11 mGy (AD) y 15 mGy (DRL), 14 mGy (AD) y 18 mGy (DRL), 15 mGy (AD) y 19 mGy (DRL) respectivamente. Asimismo, para el DLP, fue de 186 mGy.cm (AD) y 270 mGy.cm (DRL), 231 mGy.cm (AD) y 317 mGy.cm (DRL), 334 mGy.cm (AD) y 443 mGy.cm (DRL), 477 mGy.cm (AD) y 610 mGy.cm (DRL), 595 mGy.cm (AD) y 760 mGy.cm (DRL) respectivamente (17). Estos son valores considerablemente altos en comparación con nuestra investigación, donde los DRL institucionales para el $CTDI_{vol}$ fue de 4.04 mGy, DLP de 177 mGy.cm y SSDE de 4.98 mGy. Esta discrepancia puede ser resultado de la ejecución en 583 instituciones el cual representa un estudio a nivel nacional de Estados Unidos de Norteamérica, con una variación de los protocolos de adquisición y modelos de equipo, a diferencia del presente estudio que fue realizado en una sola institución.

Al igual que el presente estudio y el realizado por Kanal et al., Boost et al. también determinó los DRL institucional para los estudios tomográficos de tórax sin contraste adquiridos en 3 tomógrafos multidetectores de la marca Siemens Healthineers (Definition Flash de 128 cortes, Definition AS+ de 128 cortes y Definition AS de 64 cortes), evidenciando como DRL valores para el $CTDI_{vol}$ de 10 mGy y DLP de 350 mGy.cm, frente a los resultados mostrados en nuestra investigación, los DRL para el $CTDI_{vol}$ fue de 4.04 mGy y DLP fue

177 mGy.cm. Una explicación de esta variabilidad se centra en el protocolo de adquisición, debido a que los estudios analizados en la investigación Boost et al. fueron adquiridos con una modulación automática de la corriente y el voltaje del tubo. Además, mostró un incremento del CTDI_{vol} y la SSDE, al aumento del diámetro equivalente en agua (Dw) (de 21 hasta 34 cm), desde 2.3 ± 1 a 8.1 ± 4.8 CTDI_{vol} y la SSDE 3.8 ± 1.7 a 8.0 ± 4.7 (18). En el presente estudio se determinó un incremento progresivo del CTDI_{vol} y SSDE en los intervalos de diámetro efectivo (21 hasta 42 cm), desde 3.08 a 15.9 mGy para el CTDI_{vol} y para la SSDE 4.62 a 14.31 mGy, en el cual se expuso un comportamiento similar en ambos estudios.

García L. estableció los DRL institucionales, analizando 703 (48.65%) estudios de tórax sin contraste adquiridos en 2 tomógrafos, SOMATON Sensation, Siemens Healthcare de 16 cortes y Bright Speed Elite, GE de 16 cortes; mostró valores de CTDI_{vol} de 10.76 mGy, SSDE de 14.2 mGy y DLP de 407.64 mGy.cm, encontrándose por encima de los valores establecidos por nuestro estudio (CTDI_{vol} de 4.04 mGy, SSDE de 4.98 mGy y DLP de 177 mGy.cm). Esta diferencia en los resultados del estudio de García radica en los protocolos de adquisición empleados. Asimismo, estableció las medianas del valor de dosis discriminados por sexo y diámetro efectivo, evidenciando que en los resultados obtenidos de CTDI_{vol} en 107 pacientes mujeres fue de 10,4 mGy para los diámetros de 17-25 cm. Para diámetros entre 26-29 cm en 197 pacientes mujeres fue de 10.76 mGy y para 30-36 cm en 56 pacientes fue de 11.25 mGy. De la misma manera, mostró que la SSDE para los diámetros de 17-25 cm fue de 13,6 mGy, para 26-29 cm fue 13,7 mGy y para los diámetros de 30-36 cm fue de

13,7 mGy. Por otro lado, el DLP para los diámetros de 17-25 cm, 26-29 cm y 30-36 cm fue de 380.5 mGy.cm, 396,7 mGy.cm y 440.6 mGy.cm respectivamente. En la población de hombres $CTDI_{vol}$ para los diámetros de 17-25 cm en 66 pacientes varones fue de 10,74 mGy, para 26-29 cm en 189 pacientes fue de 10.76 mGy y para 30-36 cm en 88 pacientes fue de 11.25 mGy. La SSDE para los diámetros de 17-25 cm fue de 16,4 mGy, para 26-29 cm fue 16,3 mGy y para los diámetros 30-36 cm fue de 16,1 mGy. Además, el DLP para los diámetros de 17-25 cm, 26-29 cm y 30-36 cm fue de 474.7 mGy.cm, 437.3 mGy.cm y 440.7 mGy.cm respectivamente (20). En contraste con nuestros resultados, el cual muestran distintos intervalos de diámetro efectivo, en el grupo de sexo femenino y masculino, los valores del $CTDI_{vol}$, SSDE y DLP fueron más bajos (**Tabla 5**). De igual manera, el estudio de García L. también estableció la mediana de los valores de dosis por modelo de equipo, mostrando que en los estudios en ambos sexos adquiridos con un equipo Siemens, el $CTDI_{vol}$ para los tres grupos de diámetros (20-25 cm (85 pacientes), 26-29 cm (142 pacientes) y 30-38 cm (57 pacientes)) fue de 11,3 mGy, obteniendo el mismo valor para el $CTDI_{vol}$ en los estudios adquiridos en el tomógrafo General Electric (GE) para los tres grupos de diámetros (20-25 cm (125 pacientes), 26-29 cm (211 pacientes) y 30-38 cm (75 pacientes)). La SSDE para el equipo Siemens para los diámetros de 20-25 cm fue de 15,4 mGy, para 26-29 cm y 30-38 cm fue de 14.92 mGy, mientras que en el equipo GE para los diámetros de 20-25 cm fue de 17,0 mGy, para 26-29 cm fue de 16,09 mGy y para los diámetros de 30-38 cm fue de 15,54 mGy. Además, el DLP en el equipo Siemens para los diámetros de 20-25 cm fue de 259.5 mGy.cm, para 26-29 cm

fue de 253.0 mGy.cm y para 30-38 cm fue de 256.07 mGy.cm, mientras que en el equipo GE para los diámetros de 20-25 cm fue de 273.7 mGy.cm, para 26-29 cm fue de 273.73 mGy.cm y para los diámetros de 30-38 cm fue de 268.56 mGy.cm (20). En comparación con nuestros resultados (**Tabla 7**), el cual evidenció valores de dosis por debajo de los hallazgos realizados por García L. considerando que en ambos casos se cuentan con marca de equipos similares, pero con modelos y características distintas. Esta diferencia se fundamenta en que se usaron factores de exposición (kilovoltaje con y sin filtro de estaño, mAs) y el parámetro de adquisición (tiempo de rotación) diferentes, mientras que, en la investigación realizada por García L, emplearon un rango de kilovoltaje similar a nuestro estudio, pero sin el uso del filtro de estaño.

Comparando nuestros resultados con los mostrados por Amaya E, Muñoz E., ellos establecieron los niveles de referencia para diagnóstico (DRL) institucionales; analizaron 30 estudios torácicos que fueron adquiridos en un tomógrafo modelo Ingenuity PHILLIPS, evidenciando los DRL institucionales con valores para el CTDI_{vol} de 17,27 mGy y DLP de 728,8 mGy.cm, encontrándose por encima de nuestros resultados CTDI_{vol} 4.04 mGy y DLP 177 mGy.cm. Esta diferencia podría surgir a partir del protocolo de adquisición empleado en los estudios analizados por Amaya E, Muñoz E. ya que fueron adquiridos con un kilovoltaje de 120 kV y miliamperaje en un rango de 81-267 y 59-184 mAs. Además, la característica del modelo de equipo utilizado fue distinto (21).

Del Rio M. estableció los DRL institucionales, analizando 213 estudios de tórax sin contraste adquiridos en un tomógrafo Definition Flash, Siemens Healthcare

de 256 cortes; mostró como resultado los DRL para el CTDI_{vol} de 7.94 mGy, SSDE de 9.85 mGy y DLP de 289 mGy.cm. Asimismo, consideró el diámetro efectivo de los pacientes, evidenciando que, en el grupo del diámetro efectivo de 21-24 cm el CTDI_{vol} fue de 4,72 mGy, el DLP fue de 176,5 mGy.cm y la SSDE fue de 7,29 mGy, mientras que en el grupo de 25-28 cm el CTDI_{vol} fue de 5,89 mGy, la SSDE fue de 8,15 mGy y el DLP fue de 216 mGy.cm, en el grupo de 29-32 cm el CTDI_{vol} fue de 9,1 mGy, la SSDE fue de 10,71 mGy y el DLP fue de 322,5 mGy.cm, en el grupo de 33-36 cm el CTDI_{vol} fue de 12,03 mGy, la SSDE fue de 12,64 mGy y el DLP fue de 449 mGy.cm y por último, en el grupo de 37-41 cm, el CTDI_{vol} fue de 13,77 mGy, la SSDE fue de 13,37 mGy y el DLP fue de 492 mGy.cm (24). Al contraste con nuestro estudio, los DRL establecidos se encontraron por encima, a excepción de los valores en el diámetro efectivo 37-41 cm que se encontraron por debajo del nuestro CTDI_{vol} de 15.9 mGy, SSDE de 14.31 mGy y DLP de 614 mGy.cm.

La investigación realizada por Brat et al. en el que analizaron 1058 estudios torácicos clasificados por indicación clínica e IMC (IMC<25; IMC≥25), 638 fueron sin contraste, de este grupo el 45.6% (291) fueron para estudios con indicación de enfisema, de ellos 50.5% (147 pacientes) tuvieron un IMC <25 y 49.5% (144 pacientes) con un IMC ≥25; el 54.4% (347) fueron para indicaciones de neumonía, de estos 51.3% (178) con un IMC <25 y 48.7% (169) con un IMC ≥25, todos fueron adquiridos en 5 tomógrafos modelo Ingenuity, marca Philips Healthcare, en más de un centro hospitalario de Suiza. Los hallazgos en su investigación indicaron que, en los estudios torácicos sin contraste para la indicación de enfisema en pacientes con IMC <25 mostró una

mediana para el $CTDI_{vol}$ de 4.3 mGy y en pacientes con $IMC \geq 25$, un $CTDI_{vol}$ de 5.8 mGy. Asimismo, para la indicación de neumonía en pacientes con $IMC < 25$ mostró una mediana para el $CTDI_{vol}$ de 3.9 mGy y en pacientes con $IMC \geq 25$, un $CTDI_{vol}$ de 6.2 mGy. Por otro lado, para la indicación de enfisema en pacientes con $IMC < 25$ mostró una mediana para el DLP de 184.5 mGy.cm y en pacientes con $IMC \geq 25$, un DLP de 248.8 mGy.cm. Además, para la indicación de neumonía en pacientes con $IMC < 25$ mostró una mediana para el DLP de 164 mGy.cm y en pacientes con $IMC \geq 25$, un DLP de 255.4 mGy.cm. Del mismo modo, estableció los DRL locales (percentil 75) y reveló un $CTDI_{vol}$ de 6.0 mGy en la indicación de enfisema y 5.6 mGy en la indicación de neumonía. Además, presentó un DLP de 227 mGy.cm en la indicación de enfisema y 223 mGy.cm en la indicación de neumonía en todos los IMC (19).

Al ser comparado con nuestros resultados (**Tabla 6**), podemos evidenciar que los valores de la mediana del $CTDI_{vol}$ en los estudios torácicos sin contraste en pacientes con un $IMC < 25$ (Bajo peso y peso normal) de nuestra investigación, mostraron valores que se encuentran por debajo de los establecidos por Brat et al. Sin embargo, en los pacientes con obesidad III mórbido ($IMC \geq 25$) fue mayor. Por otra parte, los valores de la mediana del DLP en pacientes con un $IMC < 25$ (Bajo peso y peso normal) fueron menores, en tanto que en los pacientes con $IMC \geq 25$ (Sobrepeso, obesidad grado I y II) fueron similares, excepto en obesidad grado III que se mostró alto. Finalmente, los DRL establecidos en nuestro estudio fueron más bajos que los DRL locales definidos por los investigadores.

Asimismo, los DRL institucionales en nuestra investigación (Perú) en contraste con los establecidos por reportes de organismos, como la ACR-AAPM-SPR, Health Canadá, Comisión europea, Public Health England y publicaciones internacionales, considerando a Del Rio M. (México), García L. (Colombia), Amaya E, Muñoz E. (Colombia), Kanal et al. (EE. UU) y Santos et al. (Portugal), nuestros valores de CTDI_{vol}, DLP y SSDE para los estudios de tomografía de tórax sin contraste fueron menores. Esto se debería a consecuencia de los factores de exposición y parámetros de adquisición empleados por el profesional Tecnólogo médico, así como también los distintos modelos tomográficos que posibilitaron la adquisición de los estudios. Es importante destacar que la cantidad de estudios no repercute en la obtención de los DRL, dado que la investigación realizada por Amaya E, Muñoz E. analizaron un número reducido de estudios torácicos sin contraste como lo sugiere la ICRP y obtuvieron como resultado valores de dosis mayores en comparación a los reportes internacionales, mientras que, la investigación realizada por Kanal et al, consideró numerosos estudios y consiguió valores de dosis menores (**Tabla 8**).

VI. LIMITACIONES

Por ser un estudio donde la información fue recabada de forma retrospectiva, una posible limitación estaría relacionada con el uso de los factores de exposición y parámetros de adquisición predeterminados en los protocolos tomograficos de tórax sin contraste, debido a la contextura del paciente es

posible que se hayan realizado adquisiciones con factores y parámetros adaptados manualmente, el cual podría haber generado un sesgo en los análisis de los valores de dosis.

Por otro lado, dado que se emplearon estudios en diversos equipos con especificaciones técnicas distintas, es posible que se haya generado un sesgo en los resultados. Sin embargo, es importante precisar que el presente estudio tuvo como objetivo establecer los Niveles de Referencia para Diagnóstico a nivel institucional.

VII. CONCLUSIONES

- Los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL) institucionales en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste en pacientes adultos realizados en una clínica privada de la ciudad de Lima, 2022-2023, fueron 4.04 mGy para el CTDI_{vol}, 177 mGy.cm para el DLP y 4.98 mGy para la SSDE.
- El Índice de Dosis en Tomografía Computarizada en Volumen (CTDI_{vol}) y el Producto Dosis - Longitud (DLP) en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste mostraron en el percentil 50, 4.04 (RI 2.97) mGy y 177 (RI 122.97) mGy.cm.
- La Estimación de Dosis Específica por Tamaño (SSDE) en el percentil 50 fue de 4.98 (RI 3.44) mGy y la media fue de 7.35 ± 4.93 mGy.
- El 55.64% de los pacientes evaluados correspondieron al sexo masculino, la edad de la población estudiada mostró una mediana de 53

(RI 26) años, 76.11% correspondieron a adultos y adultos mayores, con un índice de masa corporal (IMC) normal de 21% y 76.65% correspondieron a sobrepeso, obesidad grado I, obesidad grado II y obesidad grado III mórbida.

- Los factores de exposición y parámetros de adquisición, evidenciaron kilovoltajes sin filtro de estaño con un mayor porcentaje de 110 kV (14.29%) y 120 kV (65.61%). Mientras que el kilovoltaje con filtro de estaño (SN) con un mayor porcentaje fue de SN 130 kV (84.38%). La intensidad de corriente mostró una mediana de 167 (RI 116.8) mAs, con un tiempo de rotación de 0.33 segundos (61.94%), seguido de 0.5 segundos (38.06%).
- El modelo de equipo tomográfico con mayor frecuencia de estudios adquiridos fue el SOMATON Top 128 Siemens (79.79%).
- Los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL) en el presente estudio realizado en Perú, fueron inferiores en comparación con los DRL obtenidos a nivel internacional.

VIII. RECOMENDACIONES

La investigación desarrollada se enfocó principalmente en determinar los DRL institucional o valores típicos a partir del percentil 50, de acuerdo al informe 135 de la ICRP. Sin embargo, se sugiere realizar una recopilación y determinación de los DRL locales y nacionales basándose en el percentil 75 de los valores medianos de una cantidad representativa de estudios que integre de

10 a 20 establecimientos e instituciones de salud del Perú, tal como fue realizado por Kanal et al. (17).

Asimismo, se aconseja recopilar o estimar la dosis específica por tamaño (SSDE) en diversos estudios por tomografía computarizada, debido a que puede proporcionar información de gran valor por su estimación de la dosis real absorbida por el paciente y pueda ser útil para la optimización de dosis, conforme a lo sugerido por la ICRP en su reporte 135 (15,16).

Tras una revisión exhaustiva de antecedentes en el contexto peruano, no se evidencia investigación alguna o cercana al presente estudio, por lo que se incentiva realizar estudios de manera más detallada, no solo a nivel institucional sino a nivel local, nacional y regional, considerando las indicaciones clínicas, lo que posibilitará disponer de una gran cantidad de datos y al ser estandarizados pueda ser de gran ayuda para otras instituciones en la optimización de la dosis de radiación, conforme al estudio realizado por Brat et al. (19).

Se propone orientar e instruir al profesional tecnólogo médico en radiología y al equipo multidisciplinario pertenecientes al servicio de diagnóstico por imágenes sobre la relevancia del uso e implementación de los DRL para los procedimientos e intervenciones médicas en la práctica clínica, con el fin de optimizar la protección en la exposición de los pacientes de manera continua, considerando acciones correctivas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rubin GD. Computed tomography: revolutionizing the practice of medicine for 40 years. *Radiology* [Internet]. 2014 Nov [citado el 22 de diciembre 2022]; 273(2 Suppl):S45-74. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25340438/> doi: 10.1148/radiol.14141356.
2. Brenner D, Hall E. Computed tomography an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* [Internet]. 2007 Nov 29 [citado 22 de diciembre de 2022]; 357(22):2277-84. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18046031/> doi: 10.1056/NEJMra072149.
3. Coşkun M, Çilengir AH, Çetinoğlu K, Horoz M, Sinci A, Demircan B, Uluç E. et al. Did radiation exposure increase with chest computed tomography use among different ages during the COVID-19 pandemic? A multi-center study with 42028 chest computed tomography scans. *Diagn Interv Radiol* [Internet]. 2023 Mar 29 [citado el 8 de septiembre de 2023]; 29(2):373-378. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36988026/> doi: 10.5152/dir.2022.211043.
4. Naciones Unidas. Informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas [Internet]. New York: UNSCEAR; 2016 [citado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.unscear.org/docs/GAreports/2016/A-71-46_s_V1604699.pdf
5. Berrington de González A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med* [Internet]. 2009

- Dec 14 [citado el 10 de diciembre de 2022]; 169(22):2071-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6276814/> doi: 10.1001/archinternmed.2009.440.
6. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Día de la radiografía: dos tercios de la población mundial no tiene acceso al diagnóstico por imagen [Internet]. Argentina: OPS; 2012 [citado el 14 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/8-11-2012-dia-radiografia-dos-tercios-poblacion-mundial-no-tiene-acceso-al-diagnostico-por>
 7. Havránková R. Biological effects of ionizing radiation. Cas Lek Cesk [Internet]. 2020 [citado el 14 de agosto de 2023]; 159(7-8):258-260. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33445930/>
 8. Kovács A, Palásti P, Veréb D, Bozsik B, Palkó A, Kincses ZT. The sensitivity and specificity of chest CT in the diagnosis of COVID-19. Eur Radiol [Internet]. 2021 [citado el 2 de septiembre de 2023]; 31:2819–2824. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29261100/> doi: 10.1007/s00330-020-07347-x
 9. Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, Halsey K, Choi JW, Tran TML, et al. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. Radiology [Internet]. 2020 Aug [citado el 2 de septiembre de 2022]; 296(2):E46-E54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32155105/> doi: 10.1148/radiol.2020200823 En. Kovács A, Palásti P, Veréb D, Bozsik B, Palkó A, Kincses ZT. The sensitivity and specificity of chest CT in the

- diagnosis of COVID-19. *Eur Radiol* [Internet]. 2021 [citado el 2 de septiembre de 2023]; 31:2819–2824. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29261100/> doi: 10.1007/s00330-020-07347-x
10. Organización Mundial de la Salud (OMS). Uso de imágenes de tórax en COVID-19: una guía de consejos rápidos [Internet]. Suiza: OMS; 2020 [citado 14 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/use-of-chest-imaging-in-covid-19>
 11. Egipto ME, Rosa de Matos MJ, Olimpo de Paula RS, Mizubuti V, Wada LT, Laverdi G, et al. COVID-19 findings identified in chest computed tomography: a pictorial essay. *Einstein (Sao Paulo)* [Internet]. 2020 Jun 22 [citado el 2 de septiembre de 2023]; 18:eRW5741. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7342047/> doi: 10.31744/einstein_journal/2020RW5741.
 12. Meza R, Jeon J, Toumazis I, Ten Haaf K, Cao P, Bastani M, et al. Evaluation of the Benefits and Harms of Lung Cancer Screening With Low-Dose Computed Tomography: Modeling Study for the US Preventive Services Task Force. *JAMA* [Internet]. 2021 Mar 9 [citado 14 de agosto de 2023]; 325(10):988-997. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33687469/> doi: 10.1001/jama.2021.1077.
 13. Ubeda C, Vaño E, Ruiz R, Soffia P, Fabri D. Niveles de referencia para diagnóstico: Una herramienta efectiva para la protección radiológica de pacientes. *Rev Chil Radiol* [Internet]. 2019 [citado el 14 de agosto de 2023];

25(1):19–25. Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082019000100019

14. International Commission on Radiation Protection (ICRP). Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73 [Internet]. Ann. ICRP 1996 [citado el 2 de septiembre de 2023]; 26(2): 1-47. Disponible en:
<https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2073>
15. International Commission on Radiation Protection (ICRP). The 2017 Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135 [Internet]. Ann. ICRP 2017 [citado el 2 de septiembre de 2023]; 46(1): 1-143. Disponible en:
<https://www.icrp.org/publication.asp?id=icrp%20publication%20135>
16. Association of Physicists in Medicine (AAPM). Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations. AAPM report 204 [Internet]. AAPM in collaboration International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) and the Image Gently campaign of the Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging; 2011 [citado el 2 de septiembre de 2023]; p. 1-26. Disponible en:
https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_204.pdf
17. Kanal KM, Butler PF, Sengupta D, Bhargavan-Chatfield M, Coombs LP, Morin RL. U.S. Diagnostic Reference Levels and Achievable Doses for 10 Adult CT Examinations. Radiology [Internet]. 2017 Jul [citado el 27 de agosto de 2023]; 284(1):120-133. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28221093/> doi:

10.1148/radiol.2017161911.

18. Boos J, Thomas C, Appel E, Klosterkemper Y, Schleich C, Aissa J, et al. Institutional computed tomography diagnostic reference levels based on water-equivalent diameter and size-specific dose estimates. *J Radiol Prot* [Internet]. 2018 Jun [citado el 27 de agosto de 2023]; 38(2):536-548. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29261100/> doi: 10.1088/1361-6498/aaa32c.
19. Brat H, Zanca F, Montandon S, Racine D, Rizk B, Meicher E, et al. Local clinical diagnostic reference levels for chest and abdomen CT examinations in adults as a function of body mass index and clinical indication: a prospective multicenter study. *Eur Radiol* [Internet]. 2019 Dec [citado el 2 de septiembre de 2023]; 29(12):6794-6804. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31144074/> doi: 10.1007/s00330-019-06257-x.
20. García L. Determinación de los niveles de referencia de índice de dosis en tomografía computarizada (CTDI vol) y producto dosis longitud (DLP) en exámenes de tórax y abdomen en el instituto nacional de cancerología. [Tesis de maestría]. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2020. 110 p. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77797?show=full>
21. Amaya E, Muñoz E. Determinación de los niveles de referencia de dosis (DRL) para diagnóstico de baja y media complejidad en Servicios Especiales de Salud Hospital Universitario de Caldas de Colombia. *Rev*

- IAN [Internet]. 2021 Dec [citado el 2 de septiembre de 2023]; pp. 84–98, Disponible en: <https://revistas.sgc.gov.co/index.php/invapnuclear/article/view/604>
22. Benmessaoud M, Housni A, Elmabrouki M, Essasnaoui F, Sadiki N, Dadouch A, et al. Derivation of local diagnostic reference levels for common adult computed tomography examinations in Moroccan Hospital”. Radiation Protection Dosimetry [Internet]. 2021 [citado el 17 de septiembre de 2023]; vol. 194, n.º 4, pp. 208-213. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34240220/> doi: 10.1093/rpd/ncab095.
23. UK Health Security Agency (UKHSA). National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 13 October 2022 [Internet]. Reino Unido: UKHSA; 2022 [citado el 20 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>.
24. Del Rio M. Niveles de referencia diagnósticos para estudios de tomografía computarizada de tórax y abdomen simple en un hospital privado en Nuevo León. [Tesis título profesional]. Monterrey; México: Instituto Tecnológico de Monterrey. 2022. 63 p. Disponible en: <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/650246>
25. Garnique J. Niveles de referencia de dosis para exámenes de tomografía computada en una clínica de diagnóstico por imágenes Chiclayo. [Tesis título profesional]. Chiclayo, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2020. 111 p. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10358>

26. Hernández R, Fernández C, Baptista M del P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGRAW-HILL: 2014. 118–60 p.
27. Simantirakis G, Hourdakis CJ, Economides S, Kaisas I, Kalathaki M, Koukorava C, et al. Diagnostic reference levels and patient doses in computed tomography examinations in Greece. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2015 Feb [citado el 2 de septiembre de 2023]; 163(3):319-24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24891405/> doi: 10.1093/rpd/ncu182.
28. Andisco D, Blanco S, Buzzi A. Dosimetría en tomografía computada. *Rev Argent Radiol* [Internet]. 2014 [citado el 2 de septiembre de 2023]; 78(3):156–60. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-radiologia-383-articulo-dosimetria-tomografia-computada-S0048761914000362>
29. Association of Physicists in Medicine (AAPM). The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT report 96 [Internet]. AAPM; 2008 [citado el 2 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_96.pdf
30. Martínez D. Introducción a la Radiología [Internet]. 1ª ed. Bogotá: Editorial Areandino; 2017. [citado el 6 de octubre de 2023]. 36 p. Disponible en: <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1247/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Radiolog%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. Costa J, Soria J. Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2015. 224 p.

32. Real Academia Española. Estatura [Internet]. 34.ª ed. Real Academia Española. Madrid: RAE; 2005 [citado el 17 de agosto de 2023]. p. 1. Disponible en: <https://dle.rae.es/estatura>
33. Diccionario médico de la Clínica Universidad de Navarra. Peso corporal [Internet]. Madrid: Espasa; 2000 [citado el 5 de octubre de 2023]. p. 1. Disponible en: <https://www.cun.es>. [citado el 6 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/peso-corporal>
34. Organización Mundial de la Salud (OMS). Obesidad y sobrepeso [Internet]. Suiza: OMS; 2021 [citado el 10 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
35. Real Academia Española. Sexo [Internet]. 34.ª ed. Real Academia Española. Madrid: RAE; 2005 [citado el 17 de agosto de 2023]. p. 1. Disponible en: <https://dle.rae.es/sexo?m=form>
36. Real Academia Española. Edad [Internet]. 34.ª ed. Real Academia Española. Madrid: RAE; 2005 [citado el 17 de agosto de 2023]. p. 1. Disponible en: <https://dle.rae.es/edad?m=form>
37. Calzado A, Geleijns J. Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. Rev Fis Med [Internet]. 2010 [citado el 13 de octubre de 2023]; 11 (3):163-180. Disponible en: <https://revistadefisicamedica.es/index.php/rfm/article/download/115/115>
38. Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). Pautas éticas

internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos. 4ta ed. Ginebra: Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS); 2016. Disponible en: https://cioms.ch/wp-content/uploads/2017/12/CIOMS-EthicalGuideline_SP_INTERIOR-FINAL.pdf

39. Santos J, Foley S, Paulo G, McEntee M, Rainford L. The establishment of computed tomography diagnostic reference levels in Portugal. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2013 Sep [citado el 20 de mayo de 2024]; 158(3):307-17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24043875/> doi: 10.1093/rpd/nct226
40. American College of Radiology (ACR). Practice parameter for diagnostic reference levels in medical X-ray imaging [Internet]. ACR in collaboration with the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) and the Society for Pediatric Radiology (SPR); 2023 [citado el 20 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/diag-ref-levels.pdf>.
41. Health Canada. Canadian Computed Tomography (CT) Survey: National Diagnostic Reference Levels [Internet]. Ottawa: Health Canada; 2016 [citado el 20 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/health-risks-safety/canadian-computed-tomography-survey-national-diagnostic-reference-levels.html>
42. European Society of Radiology. Radiation protection 180: Part 2 [Internet]. Vienna: European Society of Radiology; 2014 [citado el 20 de mayo de

- 2024]. Disponible en: <https://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2015/05/Radiation-protection-180-part2.pdf>
43. Public Health England. Computed Tomography (CT) Examinations in the UK – 2011 Review [Internet]. Londres: Public Health England; 2014 [citado el 20 de mayo de 2024]. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7e0bdc40f0b62302688d1a/PHE_CRCE_013.pdf
44. Ministerio de Salud del Perú. Covid 19 en el Perú [Internet]. Lima: Ministerio de Salud; 2023 [citado el 20 de mayo de 2024]. Disponible en: https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp
45. Frederico M, Banguero Y, Martusciello J, Macchi D. Las pruebas de control de calidad de imagen en los tomógrafos y su significado en la práctica clínica. *Revista de Imagenología* [Internet]. 2020 Dec [citado el 20 de mayo de 2024]; v. 24, n. 1, pp. 5-15. Disponible en: <https://sriuy.org.uy/ojs/index.php/Rdi/article/view/86>
46. Greffier J, Fitton I, Ngoc Ty CV, Frandon J, Beregi JP, Dabli D. Impact of tin filter on the image quality of ultra-low dose chest CT: A phantom study on three CT systems. *Diagn Interv Imaging* [Internet]. 2023 Oct [citado el 16 de julio de 2024]; 104(10):506-512. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37286462/> doi: 10.1016/j.diii.2023.05.005.

X. TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Características sociodemográficas y antropométricas de los pacientes vinculados en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

Características sociodemográficas y antropométrica	n = 381	100%
Sexo		
Masculino	212	55.64
Femenino	169	44.36
Edad		
Jóvenes	11	2.89
Adultos jóvenes	80	21
Adultos	168	44.09
Adultos mayores	122	32.02
Edad	Mediana = 53, RI: 68 - 42 = 26	
IMC		
Bajo peso	9	2.36
Normal	80	21
Sobrepeso	219	57.48
Obesidad grado I	55	14.44
Obesidad grado II	15	3.94
Obesidad grado III mórbida	3	0.79

Fuente: Elaboración propia en base a la recopilación de los datos sociodemográficos y antropométricos de las historias clínicas y/o la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).

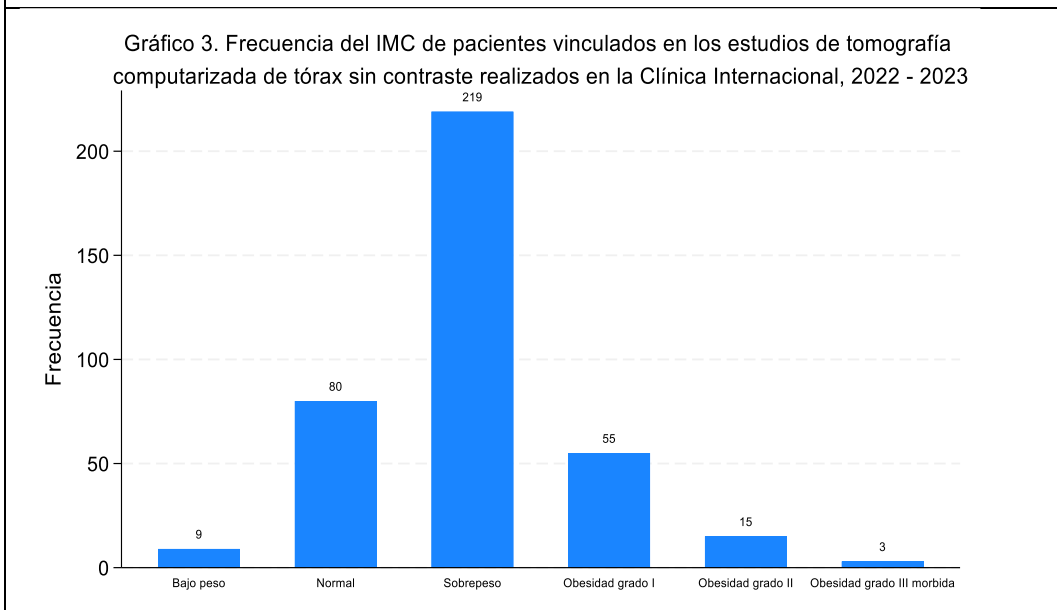
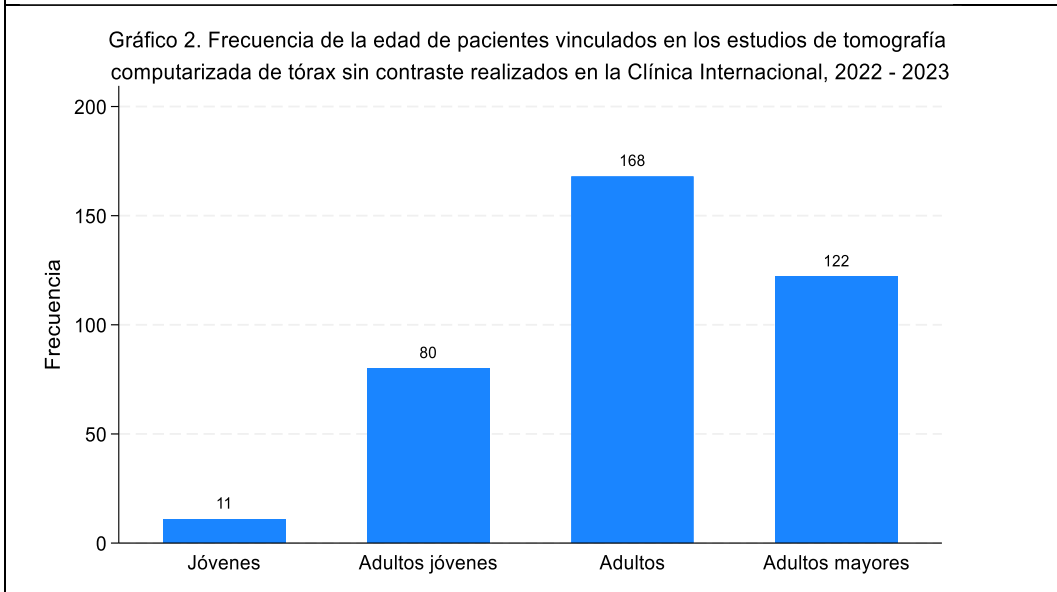
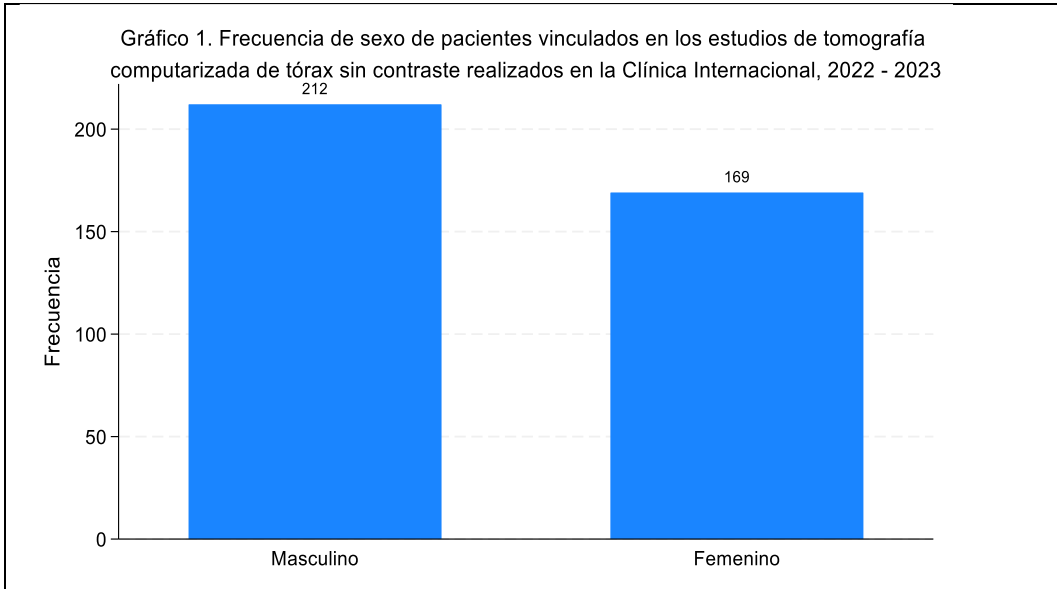


Tabla 2. Factores de exposición, parámetros de adquisición y modelo de equipo tomográfico vinculados en el estudio de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

Factores de exposición, parámetros de adquisición y modelo de equipo	n = 381	100%
Factores de exposición		
Kilovoltaje		
Sin filtro de estaño		
80 kV	1	0.53
90kV	12	6.35
100kV	5	2.65
110kV	27	14.29
120kV	124	65.61
130kV	18	9.52
140kV	2	1.05
Con filtro de estaño		
SN110	3	1.56
SN120	22	11.46
SN130	162	84.38
SN140	5	2.6
Miliamperaje-segundo		
	Mediana = 167, RI: 199 - 82.2 = 116.8	
Parámetro de adquisición		
Tiempo de rotación		
0.33	236	61.94
0.5	145	38.06
Modelo del equipo de tomográfico		
SOMATON go. Top 128 Siemens	304	79.79
Revolution EVO 128 GE	47	12.34
Revolution 512 GE	30	7.87

Fuente: Elaboración propia en base al reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenadas en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS).

Gráfico 4. Frecuencia de la adquisición en modelos de equipo vinculados a estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022 - 2023

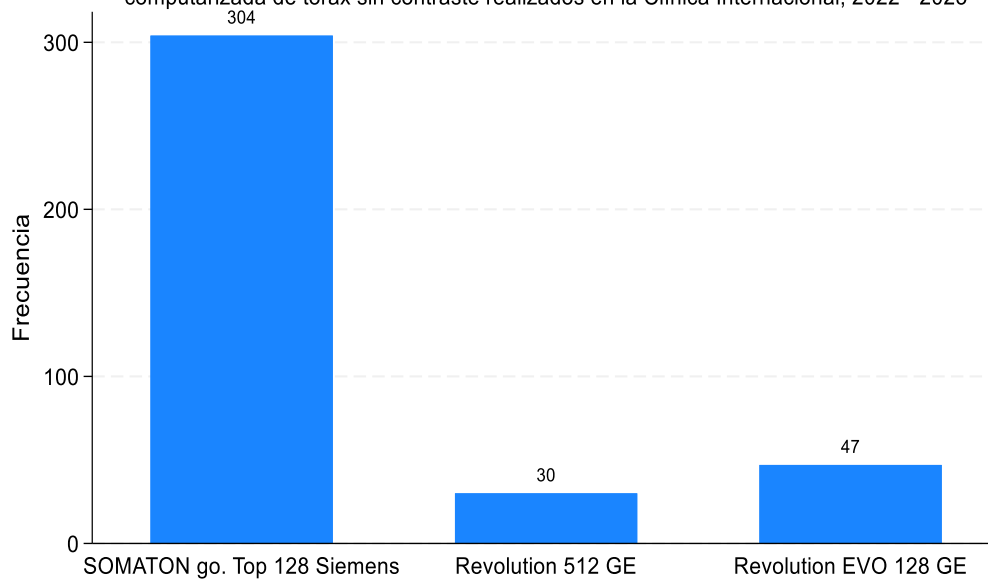


Tabla 3. Magnitudes dosimétricas (CTDI_{vol} y DLP) en estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

Magnitudes dosimétricas	Mediana	Rango intercuartil (RI)
CTDI _{vol} (mGy)	4.04	2.97
DLP (mGy.cm)	177	122.97

Fuente: Elaboración propia en base al reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenadas en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS).

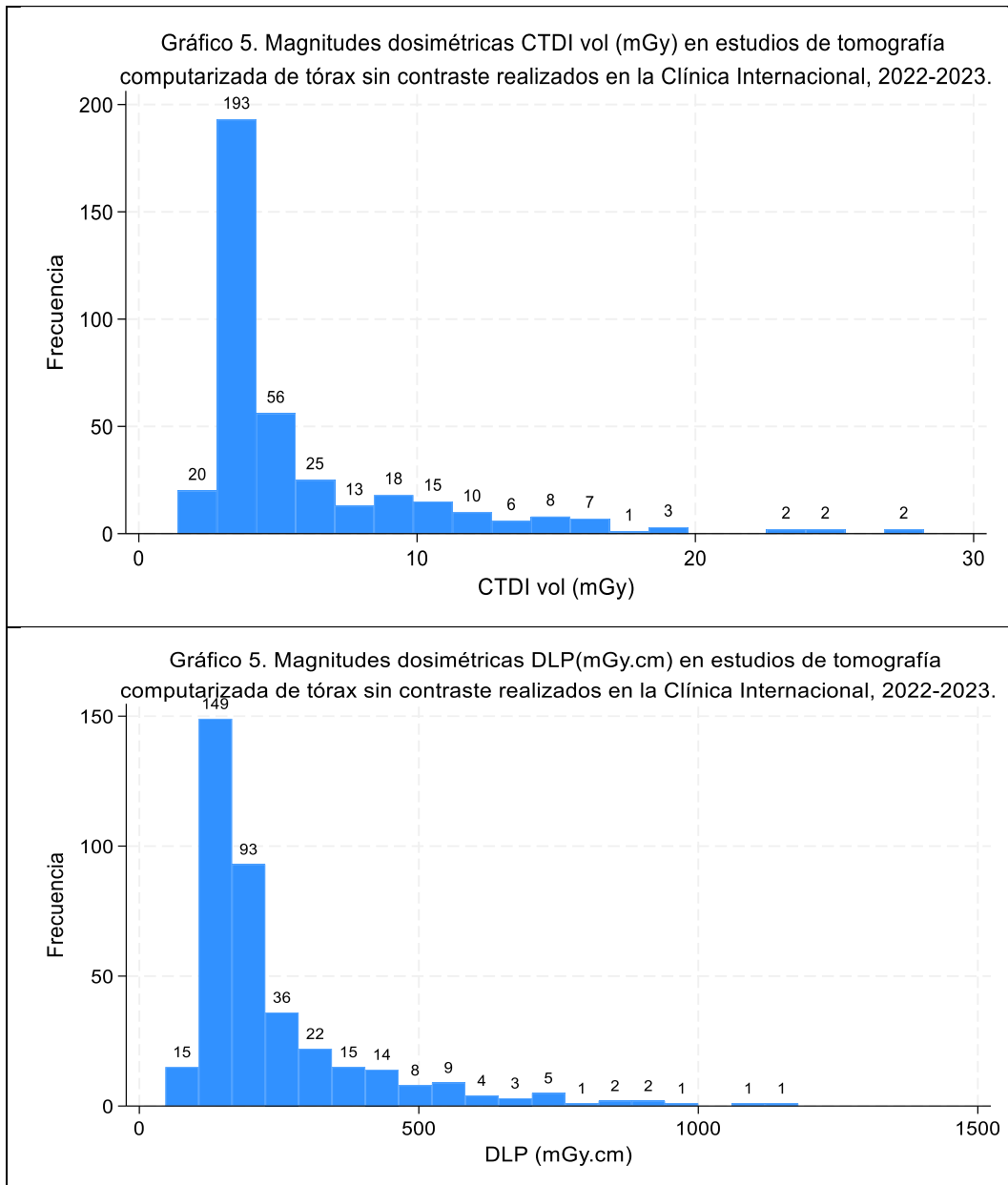


Tabla 4. Medidas de tendencia central de la Estimación de dosis específica por tamaño (SSDE), según intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

Intervalo de diámetro efectivo (cm)	n=381	100%	SSDE (mGy)			
			Mediana	Rango intercuartil (RI)	Media	DS
21-24	23	6.04	4.62	RI 2.32	6.87	5.98
25-28	146	38.32	4.97	RI 2.21	6.83	4.22
29-32	178	46.72	4.96	RI 4.06	7.42	4.9
33-36	31	8.14	6.15	RI 9.43	9.07	6.36
≥ 37	3	0.79	14.31	RI 15.11	14.15	7.55
TOTAL (21-42)	381	100	4.98	RI 3.44	7.35	4.93

Fuente: Elaboración propia en base al reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenadas en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS) y de las historias clínicas y/o la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).

Tabla 5. Medida de tendencia central de los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL), según sexo e intervalos del diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

Sexo	Número de pacientes		Intervalos de diámetro efectivo (cm)	CTDI vol (mGy)	DLP (mGy*cm)	SSDE (mGy)
	n=381	100%		Mediana (Percentil 50)	Mediana (Percentil 50)	Mediana (Percentil 50)
Femenino	20	11.83	21-24	2.91	110.5	4.38
	94	55.62	25-28	3.64	152.5	4.91
	48	28.4	29-32	4.59	196.5	5.49
	7	4.14	33-36	4.12	174	4.5
	0	0	≥ 37	NE	NE	NE
Masculino	3	1.42	21-24	3.34	144	5.39
	52	24.53	25-28	3.88	171	5.3
	130	61.32	29-32	4.11	185.5	4.88
	24	11.32	33-36	6.09	297.82	6.46
	3	1.42	≥ 37	15.9	614	14.31
Femenino y masculino	23	6.04	21-24	3.08	116	4.62
	146	38.32	25-28	3.79	159	4.97
	178	46.72	29-32	4.12	187	4.96
	31	8.14	33-36	5.73	259.08	6.15
	3	0.79	≥ 37	15.9	614	14.31
TOTAL	381	100	21-42	4.04	177	4.98

Fuente: Elaboración propia en base al reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenadas en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS) y de las historias clínicas y/o la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).

NE: No existe paciente del sexo femenino

Tabla 6. Medida de tendencia central de los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL), según IMC en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

IMC	CTDI vol (mGy)	DLP (mGy.cm)	SSDE (mGy)
Bajo peso	3.61 RI= 4.4	160.95 RI=155.04	5.38 RI=4.7
Peso normal	3.74 RI= 1.16	162.20 RI=54.67	4.90 RI=1.56
Sobrepeso	4.1 RI= 3.37	179 RI= 124	5.12 RI=4.03
Obesidad grado I	4.79 RI= 4	203 RI=164.02	5.36 RI=5.51
Obesidad grado II	5.59 RI=10.88	174 RI 337	6.68 RI=11.05
Obesidad grado III mórbida	27.7 RI= 24.17	1108 RI=1027	24.24 RI=23.21

Fuente: Elaboración propia en base al reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenadas en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS) y de las historias clínicas y/o la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).

Gráfico 6. CTDI vol (mGy) e IMC (kg/m²) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

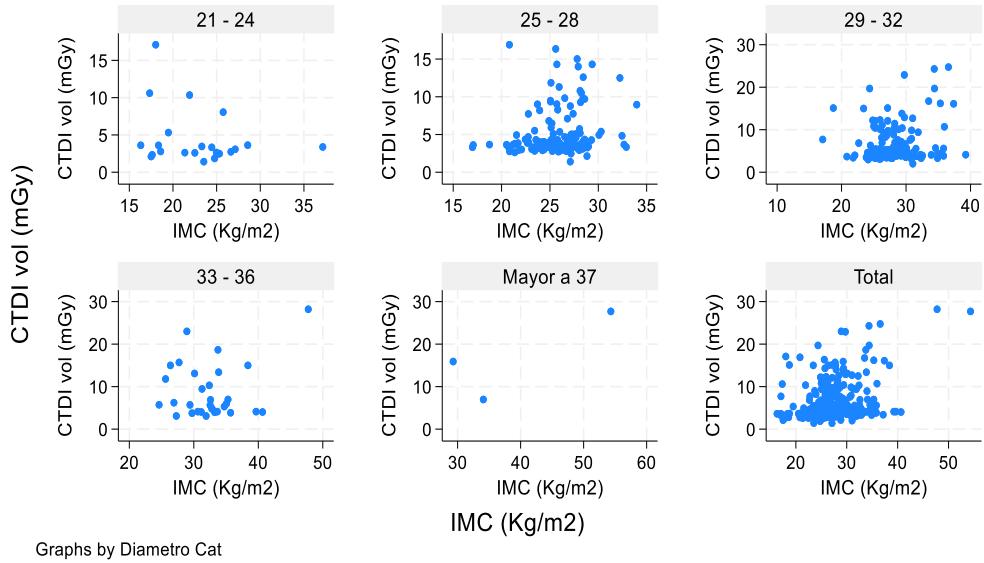


Gráfico 7. DLP (mGy.cm) e IMC (kg/m²) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

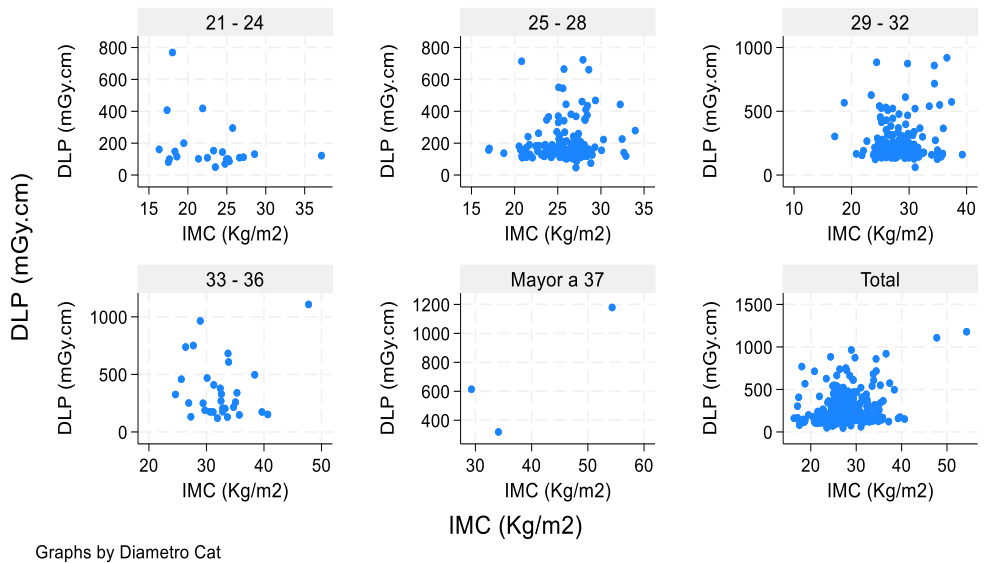
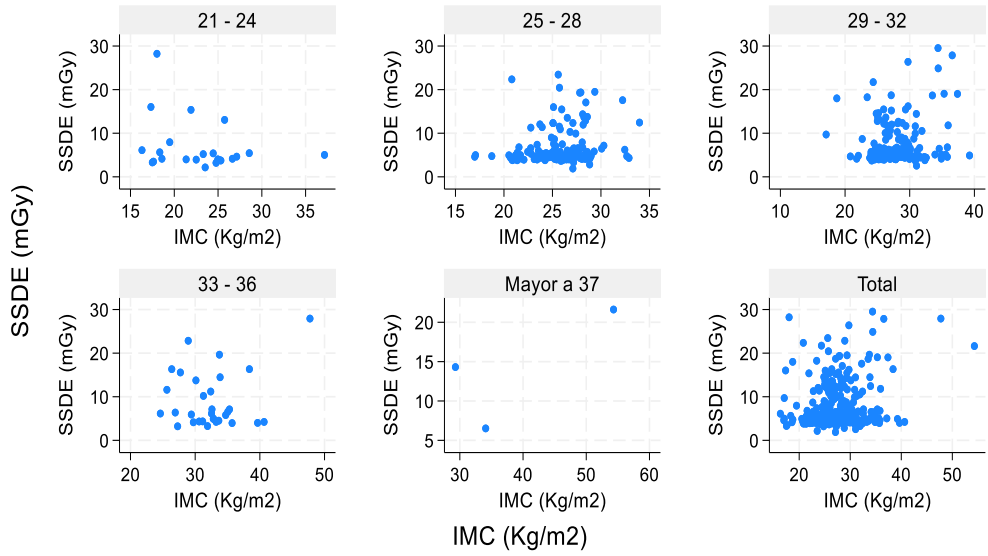


Gráfico 8. SSDE(mGy) e IMC (kg/m²) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023



Graphs by Diametro Cat

Gráfico 9. CTDI vol (mGy) y Miliamperaje-segundo (mAs) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

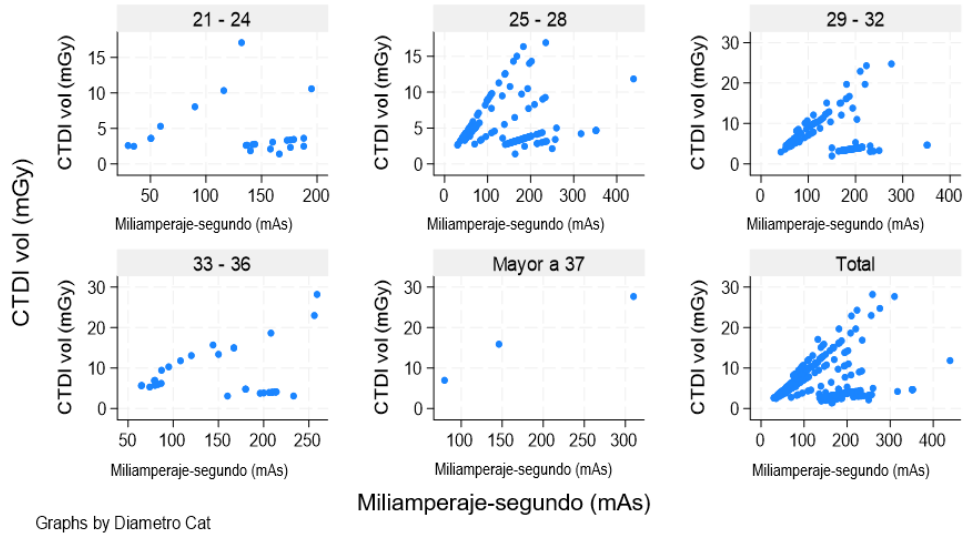


Gráfico 10. DLP (mGy.cm) y Miliamperaje-segundo (mAs) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

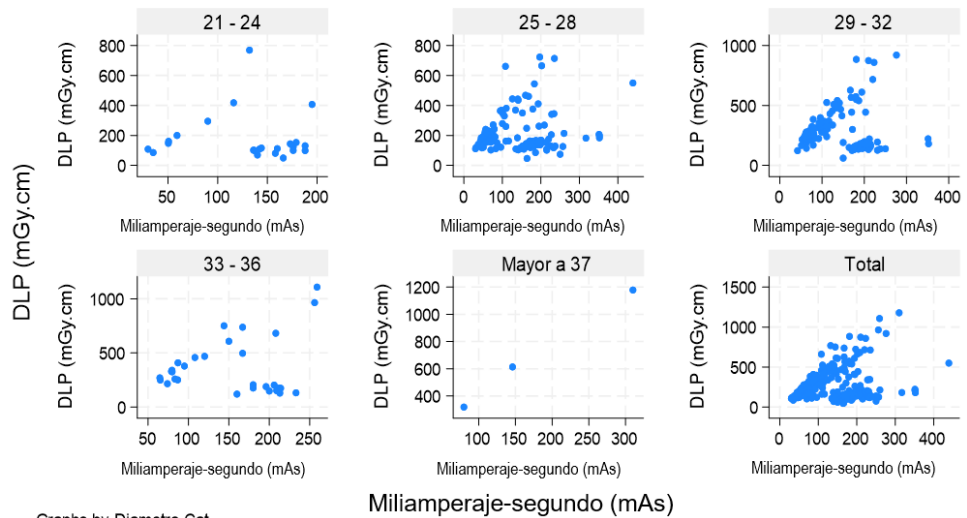


Gráfico 11. SSDE (mGy) y Miliamperaje-segundo (mAs) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

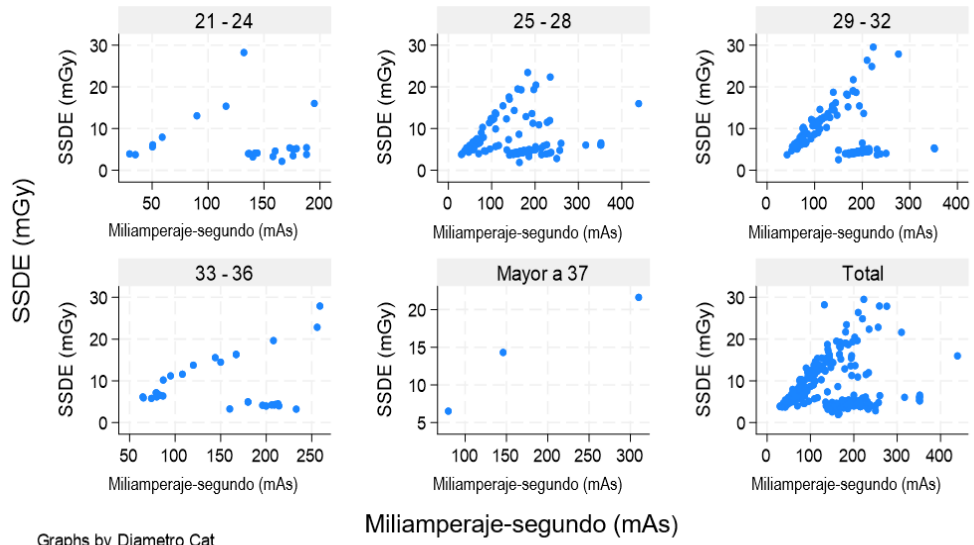
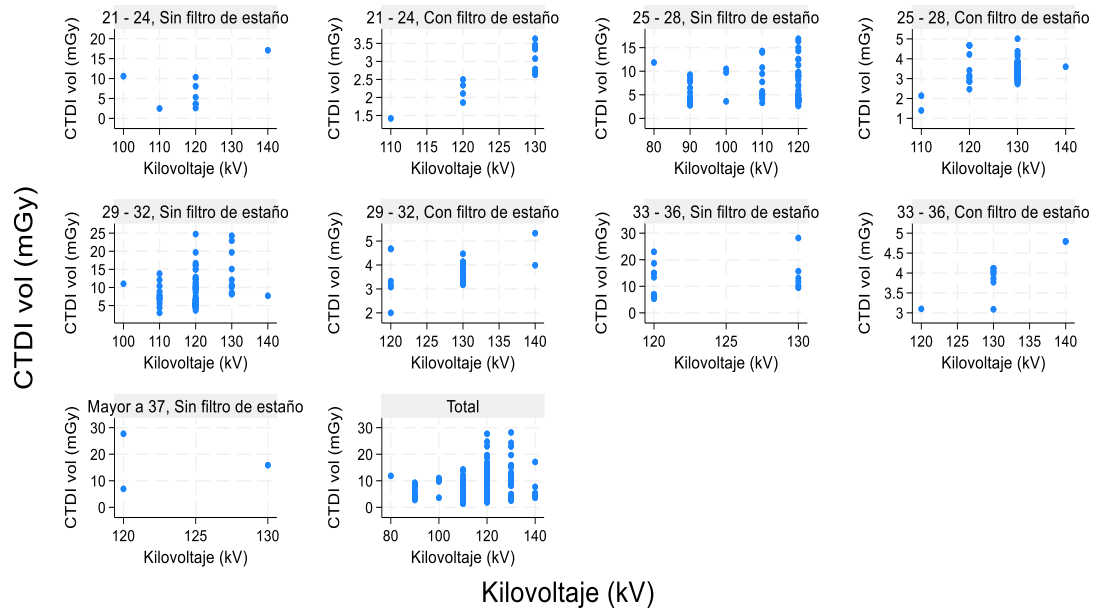
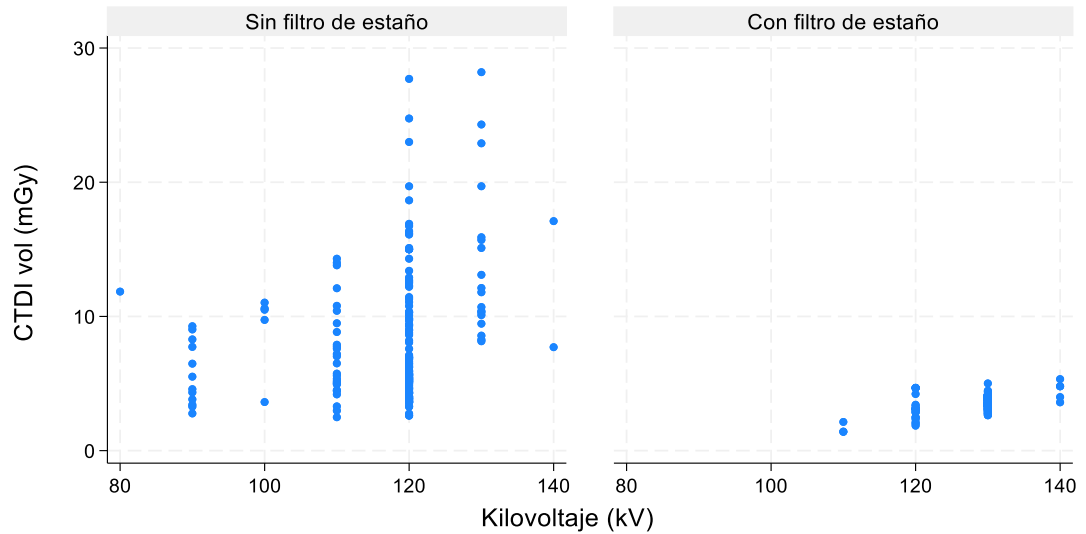


Gráfico 12. CTDI vol (mGy) y Kilovoltaje (kV) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023



Graphs by Diametro Cat and KILOVOLTAJE (kV)

Gráfico 13. CTDI vol (mGy) y Kilovoltaje (kV) en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023



Graphs by KILOVOLTAJE (kV)

Gráfico 14. DLP (mGy.cm) y Kilovoltaje (kV) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

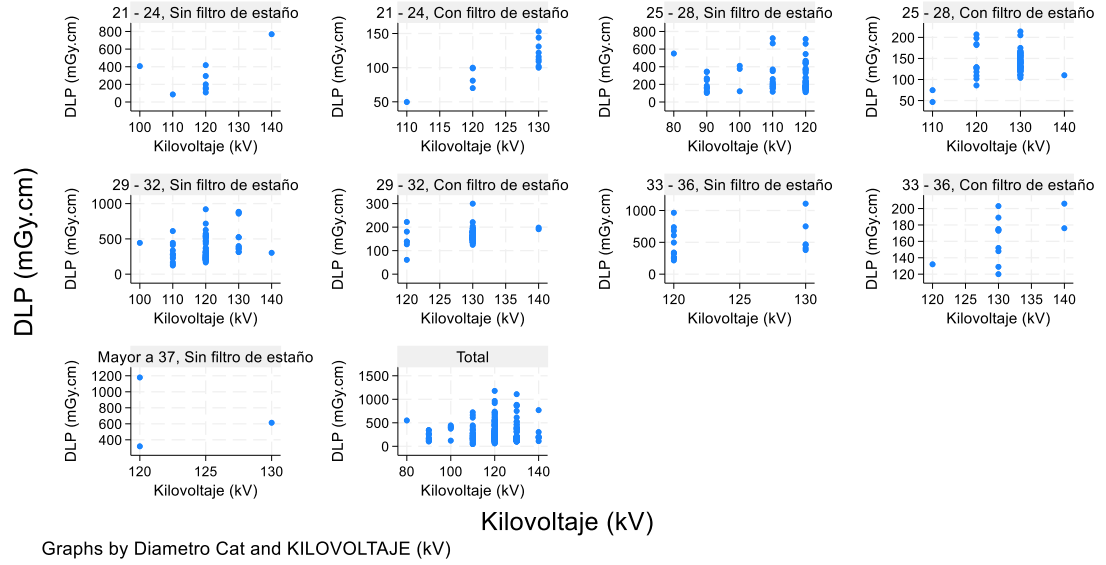


Gráfico 15. DLP (mGy.cm) y Kilovoltaje (kV) en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

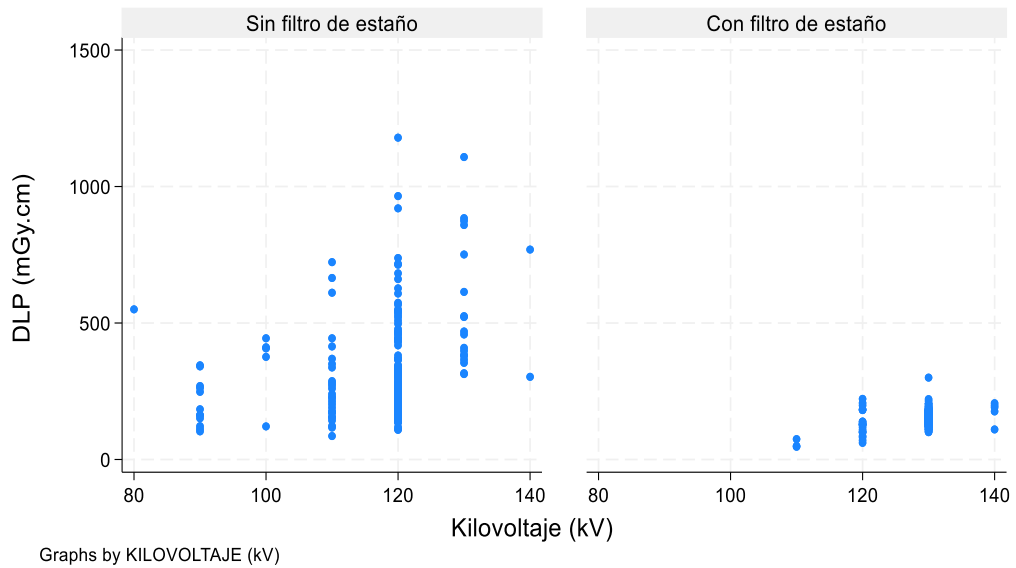


Gráfico 16. SSDE (mGy) y Kilovoltaje (kV) por intervalo de diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

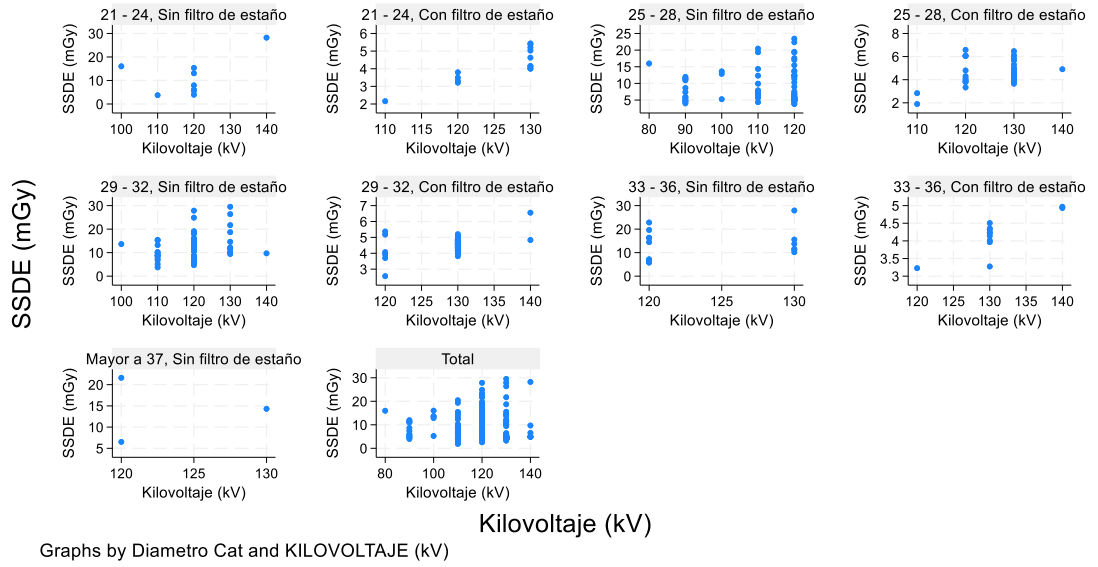


Gráfico 17. SSDE (mGy) y Kilovoltaje (kV) en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023

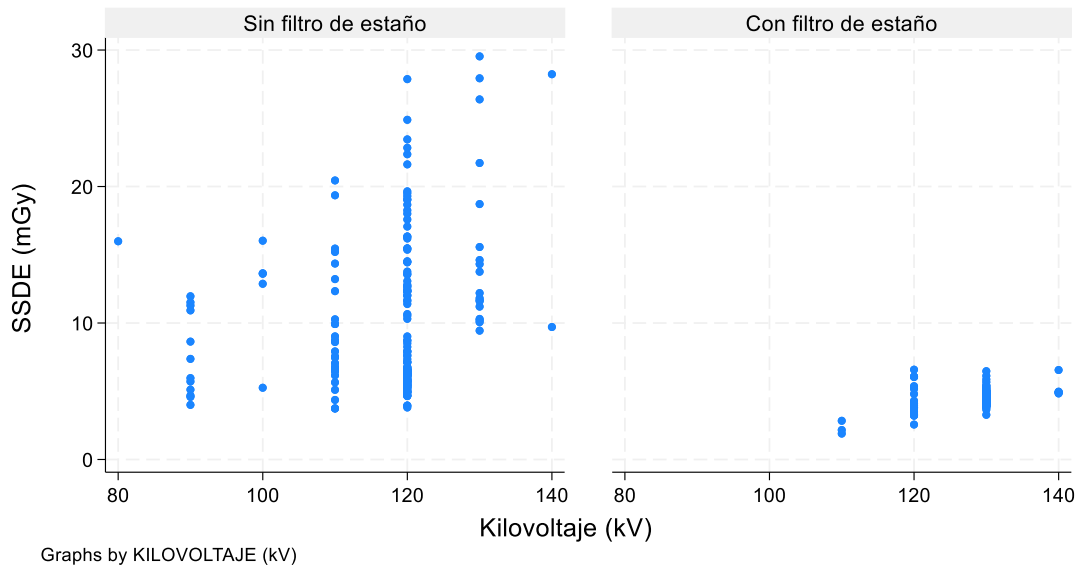


Tabla 7. Medida de tendencia central de los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL), según modelo de equipo e intervalos del diámetro efectivo en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

Modelo de equipo tomográfico	Número de pacientes (n=381)	100 %	Intervalos de diámetros efectivos (cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy*cm)	SSDE (mGy)
				Mediana (Percentil 150)	Mediana (Percentil 50)	Mediana (Percentil 50)
SOMATO N go Top. Siemens	20	5.25	21-24	2.93	114	4.39
	116	30.45	25-28	3.67	155	4.9
	143	37.53	29-32	4.01	178	4.78
	23	6.04	33-36	4.8	206	4.97
	2	0.52	≥ 37	21.8	896.5	17.97
Revolution EVO General Electric (GE)	1	0.26	21-24	2.6	108.64	3.95
	19	4.99	25-28	4.03	174.11	5.34
	22	5.77	29-32	5.52	251.98	6.51
	4	1.05	33-36	6.3	299.87	6.63
	1	0.26	≥ 37	6.97	319.02	6.51
Revolution CT General Electric (GE)	2	0.52	21-24	3.61	154.38	5.87
	11	2.89	25-28	3.86	172.15	5.23
	13	3.41	29-32	5.15	212.08	6.24
	4	1.05	33-36	5.85	255.13	6.26
	–	–	≥ 37	–	–	–

Fuente: Elaboración propia en base al reporte de dosis proporcionado por el equipo de tomografía, almacenadas en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS) y de las historias clínicas y/o la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).

Tabla 8. Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL) de publicaciones internacionales con los DRL en los estudios de tomografía computarizada de tórax sin contraste realizados en la Clínica Internacional, 2022-2023.

DRL	CTDI vol (mGy)	DLP (mGy.cm)	SSDE (mGy)
Merino R. CI LIMA-PERÚ (2024)	4.04	177	4.98
Del Río M. NUEVO LEÓN-MÉXICO (2022) (24)	7.94	289	9.85
García L. BOGOTÁ-COLOMBIA (2021) (20)	10.76	407.64	14.2
Amaya E, Muñoz E. CALDAS-COLOMBIA (2020) (21)	17.27	728.8	–
Kanal et al. EE.UU (2017) (17)	12	443	15
Santos et al. PORTUGAL (2013) (39)	14	470	–
ACR-AAPM-SPR (2023) (40)	12	443	15
HEALTH CANADÁ (2016) (41)	14	521	–
COMISIÓN EUROPEA (2014) (42)	10	400	–
PUBLIC HEALTH ENGLAND (2014) (43)	12	610	–

Fuente: Elaboración propia en base a los DRL propuestos por organismos y publicaciones internacionales.

ANEXOS

Anexo 1: ficha de recolección de los datos

<u>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</u>					
"NIVELES DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO EN ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE TÓRAX EN PACIENTES ADULTOS EN UNA CLÍNICA PRIVADA DE LA CIUDAD DE LIMA, 2022-2023"					
Código designado, características sociodemográficas y antropométricas del paciente					
Código designado al paciente: (Ejem. 001, 002, 003, ... 380, 381) -----	Edad:	() años	Peso (Kg)		Estatura (mt)
	Sexo:	Femenino ()	IMC (Kg/mt²)	Bajo peso ()	Normal ()
	Masculino ()	Sobrepeso ()		Obesidad ()	
Factores de exposición y parámetros de adquisición en tomografía computarizada			Reporte dosimétricos del estudio		
Kilovoltaje kV	Miliamperios - Segundos mAs	Tiempo de rotación (s)	CTDI_{vol} (mGy)	DLP (mGy.cm)	
			Estimación de Dosis Especifica por Tamaño		
Modelo del Equipo	TM modelo SOMATOM go. Top de 128 cortes marca Siemens ()		SSDE (mGy)		
	TM modelo revolution EVO de 128 cortes marca General Electric ()				
	TM modelo revolution CT de 512 cortes marca General Electric. ()				

Anexo 3

Tabla 1. Factores de conversión según diámetro efectivo y maniquí utilizado			
Maniquí de 32 cm			
Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión
8	2.76	27	1.37
9	2.66	28	1.32
10	2.57	29	1.28
11	2.47	30	1.23
12	2.38	31	1.19
13	2.3	32	1.14
14	2.22	33	1.1
15	2.14	34	1.06
16	2.06	35	1.02
17	1.98	36	0.99
18	1.91	37	0.95
19	1.84	38	0.92
20	1.78	39	0.88
21	1.71	40	0.85
22	1.65	41	0.82
23	1.59	42	0.79
24	1.53	43	0.76
25	1.48	44	0.74
26	1.43	45	0.71

Fuente: Elaboración propia, tabla extraída del reporte 204 por la AAPM⁽¹⁶⁾

Anexo 4

Es esencial que se utilicen estos datos. Se sabe que el CTDI_{vol} reportado se basa en el maniquí de dosimetría corporal de 32 cm de diámetro.

Tabla 2. Factor de conversión en función de la suma de las dimensiones lateral (LAT) y anteroposterior (AP)						Tabla 3. Factores de conversión en función de la dimensión lateral (LAT)						Tabla 4. Factores de conversión en función de la dimensión anteroposterior (AP)					
Dimensión LAT+AP (cm)	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión	Dimensión LAT+AP (cm)	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión	Dimensión lateral (cm)	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión	Dimensión lateral (cm)	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión	Dimensión AP (cm)	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión	Dimensión AP (cm)	Diámetro efectivo (cm)	Factor de conversión
16	7.7	2.79	54	26.6	1.4	8	9.2	2.65	27	22	1.65	8	8.8	2.68	27	31.6	1.16
18	8.7	2.69	56	27.6	1.35	9	9.7	2.6	28	22.9	1.6	9	10.2	2.55	28	32.6	1.12
20	9.7	2.59	58	28.6	1.3	10	10.2	2.55	29	23.8	1.55	10	11.6	2.42	29	33.5	1.08
22	10.7	2.5	60	29.6	1.25	11	10.7	2.5	30	24.7	1.5	11	13	2.3	30	34.4	1.05
24	11.7	2.42	62	30.5	1.21	12	11.3	2.45	31	25.6	1.45	12	14.4	2.18	31	35.2	1.02
26	12.7	2.32	64	31.5	1.16	13	11.8	2.4	32	26.6	1.4	13	15.7	2.08	32	36	0.99
28	13.7	2.24	66	32.5	1.12	14	12.4	2.35	33	27.6	1.35	14	17	1.98	33	36.8	0.96
30	14.7	2.16	68	33.5	1.08	15	13.1	2.29	34	28.6	1.3	15	18.3	1.89	34	37.6	0.93
32	15.7	2.08	70	34.5	1.04	16	13.7	2.24	35	29.6	1.25	16	19.6	1.81	35	38.4	0.91
34	16.7	2.01	72	35.5	1.01	17	14.3	2.19	36	30.6	1.2	17	20.8	1.73	36	39.1	0.88
36	17.6	1.94	74	36.5	0.97	18	15	2.13	37	31.7	1.16	18	22	1.65	37	39.8	0.86
38	18.6	1.87	76	37.5	0.94	19	15.7	2.08	38	32.7	1.11	19	23.2	1.58	38	40.4	0.84
40	19.6	1.8	78	38.5	0.9	20	16.4	2.03	39	33.8	1.07	20	24.3	1.52	39	41.1	0.82
42	20.6	1.74	80	39.5	0.84	21	17.2	1.97	40	34.9	1.03	21	25.5	1.45	40	41.7	0.8
44	21.6	1.67	82	40.5	0.84	22	17.9	1.92	41	36.1	0.98	22	26.6	1.4	41	42.3	0.78
46	22.6	1.62	84	41.5	0.81	23	18.7	1.86	42	37.2	0.94	23	27.6	1.34	42	42.8	0.77
48	23.6	1.56	86	42.4	0.78	24	19.5	1.81	43	38.4	0.9	24	28.7	1.29	43	43.4	0.75
50	24.6	1.5	88	43.4	0.75	25	20.3	1.76	44	39.6	0.87	25	29.7	1.25	44	43.9	0.74
52	25.6	1.45	90	44.4	0.72	26	21.1	1.7	45	40.8	0.83	26	30.7	1.2	45	44.4	0.73

Fuente: Elaboración propia, tabla extraído del reporte 204 por la AAPM⁽¹⁶⁾

Anexo 5: Cuadro de Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO Y ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Índices de Dosis en Tomografía Computarizada en Volumen (CTDI _{vol})	Dosis promedio de radiación absorbida en el volumen x-y-z, atribuible al desplazamiento de la camilla en el eje z (28).	Valor proporcionado por el equipo en el reporte de dosis de cada estudio basándose en la ecuación: $CTDI_{vol} = CTDI_{ponderado}(w)/PITCH$	Cuantitativa de intervalo	mGy
Producto Dosis - Longitud (DLP)	Dosis total de radiación absorbida atribuible a lo largo de la longitud de exploración (29).	Resulta de la multiplicación del CTDI _{vol} (mGy) por la longitud del barrido en centímetros (cm). Asimismo, este valor es proporcionado por el equipo en el reporte de dosis del estudio. Ecuación: $DLP (mGy.cm) = CTDI_{vol} (mGy) \times longitud\ del\ barrido (cm)$.	Cuantitativa de intervalo	mGy*cm
Estimación de Dosis Específica por Tamaño (SSDE)	Índice de dosis que cuantifica la dosis de radiación absorbida considerando el tamaño del paciente (16).	Se estimará la dosis específica por tamaño (SSDE) del paciente, obteniendo la dosis en mGy, utilizando la ecuación: Estimación de Dosis Específica por Tamaño= $SSDE = f^{32.x} tamaño \times CTDI_{vol}^{32}$	Cuantitativa de intervalo	mGy
Kilovoltaje	Es la energía de los rayos X producidos y el principal factor de control del contraste en las imágenes (30).	Proporcionado por el equipo en el reporte de dosis de cada estudio.	Cuantitativa de intervalo	kV
Miliamperaje-Segundo	Es la suma real del miliamperaje, que es el número de rayos X incididos más el tiempo en la que se producen las imágenes en segundos (30).	Proporcionado por el equipo en el reporte de dosis de cada estudio.	Cuantitativa de intervalo	mAs

Tiempo de rotación	Intervalo de tiempo imprescindible para que el tubo de rayos X complete una vuelta de 360° alrededor del paciente durante el estudio (31).	Proporcionado por el equipo en el reporte de dosis de cada estudio.	Cuantitativa de intervalo	Seg.
Estatura	Altura medida de una persona desde los pies a la cabeza (32).	Medida registrada en la historia clínica del paciente.	Cuantitativa de intervalo	Cm
Peso corporal	Parámetro cuantitativo necesario para la evaluación del crecimiento, desarrollo y el estado nutricional de una persona (33).	Medida registrada en la historia clínica del paciente.	Cuantitativa de intervalo	Kg
Índice de masa corporal (IMC)	Indicador que relaciona al peso corporal y a la estatura para determinar el sobrepeso y obesidad de una persona (34).	Resulta de calcular el peso corporal en kilogramos (kg), con la división de la estatura al cuadrado en metros (kg/mt ²).	Cualitativa Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> • Menos a 18.5 = Bajo peso • 18.5 a 24.9 = Normal • 25 a 29.9 Sobrepeso • 30 a 34.9 Obesidad Grado I • 35 a 39.9 Obesidad Grado II • 40 a más Obesidad Grado III mórbida
Sexo	Condición orgánica que diferencia a los hombres de las mujeres (35).	Observación del paciente en el momento del examen y corroborada con su DNI.	Cualitativa nominal	Femenino = 1 Masculino = 0
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento (36).	Edad en años cumplidos referida por el paciente en el momento del estudio y corroborada con su DNI.	Cuantitativa de intervalo	Años
Modelo de equipo tomográfico	Ejemplares de una marca de escáneres multidetectores de rotación rápida que posibilita la adquisición en modo helicoidal de un gran volumen de datos del paciente (37).	Dato registrado en el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS).	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Tomógrafo multicorte modelo SOMATOM go. Top de 128 cortes marca Siemens Healthineers = 0

				<ul style="list-style-type: none">• Tomógrafo multicorte modelo Revolution EVO de 128 cortes marca General Electric Healthcare = 1• Tomógrafo multicorte modelo Revolution CT de 512 cortes marca General Electric Healthcare = 2
--	--	--	--	--

Anexo 6: autorizaciones y permisos



Lima, 19 de marzo de 2024

N°007-TI-D-UDID-CI-2024

Investigador (a):
Renzo Merino Luna

Cordial saludo:

Por la presente, informo que ha sido aprobada la solicitud de campo clínico para el desarrollo del proyecto de investigación titulado “**Niveles de Referencia para Diagnóstico en Estudios de Tomografía Computarizada de Tórax en Pacientes Adultos en una Clínica Privada de la ciudad de Lima, 2022-2023**”, con las siguientes características:

Vigencia de aprobación	6 meses
F. Inicio	19/02/2024
F. Fin	19/08/2024
Sede	San Borja

Cabe mencionar que usted ha firmado un **compromiso de confidencialidad para investigadores de CI** y un **compromiso de presentación de resumen del proyecto final**, por lo que, se encuentra en la obligación de cumplir con lo referido en dichos documentos, caso contrario se le informará a su institución y se tomará en cuenta para próximas solicitudes.

Para consultas, puede comunicarse al correo einca@cinternacional.com.pe

Atentamente,



Dr. Luis Guerra Díaz
Jefe de Investigación y Docencia
Clínica Internacional



CONSTANCIA-CIEI-146-15-24

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXENTO**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : ““NIVELES DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO EN ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE TÓRAX EN PACIENTES ADULTOS EN UNA CLÍNICA PRIVADA DE LA CIUDAD DE LIMA, 2022-2023””

Código SIDISI : 212795

Investigador(a) principal(es) : Merino Luna Renzo Anderson

La **aprobación** incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de investigación, versión 3.0 de fecha 30 de enero del 2024.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador está exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y sólo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **Lunes 02 de abril del 2024**.

El presente proyecto de investigación sólo podrá iniciarse después de haber obtenido la(s) autorización(es) de la(s) institución(es) donde se ejecutará.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 02 de abril del 2024



Manuel Raul Perez Martinot
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación
Universidad Peruana Cayetano Heredia

Anexo 7: certificados de control de calidad de los equipos de tomografía computarizada

 **QC DOSE S.A.C.**
CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

CONTROL DE CALIDAD

N° **0444.23**

EMPRESA AUTORIZADA POR LA OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL OTAN / IPEN
LICENCIA N° S0086.E3
El Departamento de Control de Calidad de la empresa QC DOSE S.A.C. certifica que se ha
realizado la evaluación en la Instalación Radiológica de:

CLINICA INTERNACIONAL S.A.
Av. Guardia Civil N° 385 - San Borja
Lima - Lima

EQUIPO EVALUADO

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA	GENERAL ELECTRIC	REVOLUTION CT	442748CN0
TIPO / USO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE

VERIFICANDO QUE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN DENTRO DEL NIVEL
DE ACEPTACIÓN INDICANDO EN LOS PROTOCOLOS APROBADOS A LA EMPRESA.

INFORME TÉCNICO N° : **0444 - QC DOSE - 23.3**
(* VENCIMIENTO : **23 de agosto de 2024**
LIMA, **24 de agosto de 2023**

 * Cualquier modificación de las características del equipamiento da por anulado este certificado.


Ing. Nicolás Romero Carlos
CIP. 61359
GERENTE GENERAL

*Victor Edison Infante Lifonco
Licencia IPEN/OTAN N° 1002 - 21*

www.qcdose.com

 **QC DOSE S.A.C.**
CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

CONTROL DE CALIDAD

N° **0506.23**

EMPRESA AUTORIZADA POR LA OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL OTAN / IPEN
LICENCIA N° S0086.E3
El Departamento de Control de Calidad de la empresa QC DOSE S.A.C. certifica que se ha
realizado la evaluación en la Instalación Radiológica de:

CLÍNICA INTERNACIONAL S.A.
Av. Guardia Civil N° 385 - San Borja
Lima - Lima

EQUIPO EVALUADO

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA	SIEMENS	SOMATOM GO.TOP	119179
TIPO / USO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE

VERIFICANDO QUE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN DENTRO DEL NIVEL
DE ACEPTACIÓN INDICANDO EN LOS PROTOCOLOS APROBADOS A LA EMPRESA.

INFORME TÉCNICO N° : **0506 - QC DOSE - 23.2**
(* VENCIMIENTO : **19 de octubre de 2024**
LIMA, **20 de octubre de 2023**

 * Cualquier modificación de las características del equipamiento da por anulado este certificado.


Ing. Nicolás Romero Carlos
CIP. 61359
GERENTE GENERAL

*Mg. Caterina S. Camarena Rodriguez
Licencia IPEN/OTAN N° 0690 - 11*

www.qcdose.com



QC DOSE S.A.C.
CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

CONTROL DE CALIDAD

N° 0167.24

2024
2024
2024
2024

EMPRESA AUTORIZADA POR LA OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL OTAN / IPEN
LICENCIA N° S0086.E3

El Departamento de Control de Calidad de la empresa QC DOSE S.A.C. certifica que se ha
realizado la evaluación en la Instalación Radiológica de:

CLINICA INTERNACIONAL S.A.

Av. El Polo N° 461, Urb. El Derby - Santiago de Surco
Lima - Lima

EQUIPO EVALUADO

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA	GENERAL ELECTRIC	REVOLUTION EVO	CJRBX1700052CN
TIPO / USO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE

VERIFICANDO QUE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN DENTRO DEL NIVEL
DE ACEPTACIÓN INDICANDO EN LOS PROTOCOLOS APROBADOS A LA EMPRESA.

INFORME TÉCNICO N°: 0167 - QC DOSE - 24.2

(*) VENCIMIENTO: 25 de febrero de 2025

LIMA, 26 de febrero de 2024



Ing. ~~_____~~
Licencia IPEN/OTAN N° 0690 - 11

QC DOSE S.A.C.
Ing. Nicolás Romero Carlos
CIP. 61359
GERENTE GENERAL

* Cualquier modificación de las características
del equipamiento da por anulado este certificado.

www.qcdose.com



QC DOSE S.A.C.
CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

CONTROL DE CALIDAD

N° 0570.23

EMPRESA AUTORIZADA POR LA OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL OTAN / IPEN
LICENCIA N° S0086.E3

El Departamento de Control de Calidad de la empresa QC DOSE S.A.C. certifica que se ha
realizado la evaluación en la Instalación Radiológica de:

CLINICA INTERNACIONAL S.A.

Jr. Washington N° 1471 - Cercado de Lima
Lima - Lima

EQUIPO EVALUADO

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA	SIEMENS	SOMATOM GO.TOP	120514
TIPO / USO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE

VERIFICANDO QUE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN DENTRO DEL NIVEL
DE ACEPTACIÓN INDICANDO EN LOS PROTOCOLOS APROBADOS A LA EMPRESA.

INFORME TÉCNICO N°: 0570 - QC DOSE - 23.3

(*) VENCIMIENTO: 14 de diciembre de 2024

LIMA, 15 de diciembre de 2023



Victor-Edison Infante Llofencio
Licencia IPEN/OTAN N° 1002 - 21

QC DOSE S.A.C.
Ing. Nicolás Romero Carlos
CIP. 61359
GERENTE GENERAL

* Cualquier modificación de las características
del equipamiento da por anulado este certificado.

www.qcdose.com



QC DOSE S.A.C.
CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

CONTROL DE CALIDAD

N° 0372.23

EMPRESA AUTORIZADA POR LA OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL OTAN / IPEN
LICENCIA N° S0086.E3

El Departamento de Control de Calidad de la empresa QC DOSE S.A.C. certifica que se ha
realizado la evaluación en la Instalación Radiológica de:

CLÍNICA INTERNACIONAL S.A.
Jr. Washington N° 1471 - Lima
Lima - Lima

EQUIPO EVALUADO

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA	SIEMENS	SOMATOM GO.TOP	119106
TIPO / USO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE

VERIFICANDO QUE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN DENTRO DEL NIVEL
DE ACEPTACIÓN INDICANDO EN LOS PROTOCOLOS APROBADOS A LA EMPRESA.

INFORME TÉCNICO N° : 0372 - QC DOSE - 23.2

(*) VENCIMIENTO : 18 de julio de 2024

LIMA, 19 de julio de 2023

* Cualquier modificación de las características
del equipamiento da por anulado este certificado.



Mg. Caterina S. Camarena Rodríguez
Licencia IPEN/OTAN N° 0690 - 11



QC DOSE S.A.C.
Ing. Nicolas Amero Carlos
C.I. 61359
GERENTE GENERAL

www.qcdose.com

Anexo 8: especificaciones técnicas de los equipos de tomografía computarizada utilizadas en el presente estudio

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	MODELO DE EQUIPO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA		
	Tomógrafo multicorte SOMATOM go. Top de 128 cortes, Siemens Healthineers	Tomógrafo multicorte Revolution EVO de 128 cortes, General Electric Healthcare	Tomógrafo multicorte modelo Revolution CT de 512 cortes, General Electric Healthcare
Cortes	128	128	512
Tiempo de rotación	Hasta 0.33 segundos	Mínimo 0.35 segundos	0.28 - 1 segundo
Capacidad de calor del tubo de rayos X	7.0 MHU	7.0 MHU	6.8 MHU
Potencia del tubo de rayos X	75 kW	72 kW	103 kW
Voltaje	70-140 kV en pasos de 10 kV, Sn100, Sn110, Sn120, Sn130, Sn140.	80-140 kV en pasos de 10 kV	70-140 kV (mediante selección automática)
mA	625 mA (825 mA)	10-600 mA (en pasos de 5 mA)	10-740 mA (en pasos de 5 mA)
Cobertura en el eje Z	64 x 0.6 mm	40 mm	160 mm
Espesor de corte	1.0 mm	0.625 mm	0.625 mm
FOV	50 cm	50 cm	50 cm
Pitch	Máximo de hasta 1.5	Ajustable hasta 1.375	Ajustable hasta 1.6
Velocidad de escaneo	175 mm/s	100 mm/s	437 mm/s
Tecnología de reducción de dosis	SAFIRE CARE Dose 4D	AutomA, SmartmA, Dynamic Z-Axis tracking, Organ Dose Modulation, ASiR-V	SmartmA, Organ Dose Modulation, ASiR-V