



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

“DETERMINACIÓN DE LOS VALORES TÍPICOS DE NIVELES DE  
REFERENCIA DE DOSIS, EN ESTUDIOS TOMOGRÁFICOS DE  
CRÁNEO EN PACIENTES ADULTOS, DE UN HOSPITAL NIVEL  
III”

“DETERMINATION OF TYPICAL VALUES OF REFERENCE DOSE  
LEVELS, IN TOMOGRAPHIC STUDIES OF THE SKULL IN  
ADULT PATIENTS, OF A LEVEL III  
HOSPITAL”

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

AUTORES

ROSSYVELT EYSAKU HENRIQUEZ CARDENAS  
JERICA JERALDIN QUIÑONES GOMEZ  
FRANCISCO JAVIER VILLACORTA RUIZ

ASESOR

EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

CO-ASESOR

BILLY JOEL SANCHEZ JACINTO

LIMA, PERÚ  
2024



## **JURADO**

**Presidente:** Jose Fernando Marquez Pachas  
**Vocal:** Natalia Isabel Mosquera Vergaray  
**Secretario:** Evelyn Tatiana Tasayco Perez

**Fecha de sustentación:** 19/04/2024

**Calificación:** Aprobado

**ASESORES DE TESIS**

**ASESOR**

Edward Artemio Meca Castro

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-1226-9299

**CO-ASESOR DE TESIS**

Billy Joel Sanchez Jacinto

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0001-7106-4114

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado con mucho amor a nuestros padres por creer en nuestra capacidad, por estar brindándonos su comprensión y apoyo, que con sus palabras de aliento no nos dejaban decaer durante todo el proceso de la vida universitaria.

A nuestros familiares por su tolerancia, paciencia, que sin su apoyo incondicional no hubiera dado lugar a este trabajo de investigación y por la confianza depositada en nosotros.

A nosotros mismos que con un inmenso sacrificio nos permitimos llegar hasta el final de este camino, ya que sin nuestra perseverancia y constancia no hubiera dado lugar a este trabajo de investigación.

A nuestros compañeros, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas con nosotros, y a todas aquellas personas que durante todo este tiempo estuvieron a nuestro lado apoyándonos para que esta meta se haga realidad.

¡Gracias a todos!

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por concedernos salud, sabiduría y perseverancia para superar los obstáculos y guiarnos en todo momento, permitiéndonos culminar con gran satisfacción este proyecto.

Agradecemos especialmente a nuestro asesor Mg. Edward Meca Castro por haber dedicado su tiempo como nuestra guía para la preparación y sustentación de este gran trabajo. Al Lic. Billy Joel Sánchez Jacinto por la orientación y apoyo brindado durante la realización de este estudio. Esto realmente ha sido un gran esfuerzo de equipo.

### **FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

Esta investigación fue autofinanciada por los investigadores.

### **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

DETERMINACIÓN DE LOS VALORES TÍPICOS DE NIVELES DE REFERENCIA DE DOSIS, EN ESTUDIOS TOMOGRÁFICOS DE CRÁNEO EN PACIENTES ADULTOS, DE UN HOSPITAL NIVEL III

### ORIGINALITY REPORT

<b>12%</b> SIMILARITY INDEX	<b>11%</b> INTERNET SOURCES	<b>4%</b> PUBLICATIONS	<b>3%</b> STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repositorio.upch.edu.pe</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>www.scielo.cl</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>duict.upch.edu.pe</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>D. Andisco, S. Blanco, A.E. Buzzi. "Dosimetría en tomografía computada", Revista Argentina de Radiología, 2014</b> Publication	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.researchgate.net</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>vsip.info</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.sciencegate.app</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

## TABLA DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
IV. RESULTADOS	10
V. DISCUSIÓN	11
VI. LIMITACIONES	20
VII. CONCLUSIONES	20
VIII. RECOMENDACIONES	22
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
X. TABLAS Y GRÁFICOS	29
ANEXOS	31

## RESUMEN

**Antecedentes:** El crecimiento en el uso de tomografías computarizadas (TC) ha sugerido el aumento de la exposición médica a la radiación ionizante por sus beneficios en la detección de enfermedades como accidente cerebrovascular y traumatismo encéfalo craneano; sin embargo, está vinculado a un mayor riesgo de inducción de cáncer. Por ello, es importante implementar el uso de niveles de referencia de dosis (DRLs) en TC en cada institución que cuente con una sala de rayos X. **Objetivo:** Determinar los valores típicos de niveles de referencia de dosis en estudios tomográficos de cráneo en pacientes adultos de un Hospital nivel III. **Material y método:** Estudio analítico y retrospectivo, ya que se utilizó 120 reportes dosimétricos de los estudios tomográficos de cráneo, adquiridos de un tomógrafo marca General Electric (GE), del cual estimamos la mediana de los indicadores de dosis para TC, que son: Índice de dosis en TC por volumen ( $CTDI_{vol}$ ) y Producto dosis longitud (DLP). De esta manera se determinó los valores típicos de dosis en cada grupo estudiado según sexo, edad e indicación clínica. **Resultados:** Los valores típicos de DRLs para tomografía de cráneo obtenidos fueron 1216.945 mGy\*cm para DLP, y 64.855 mGy para  $CTDI_{vol}$ . **Conclusiones:** Los valores típicos obtenidos de  $CTDI_{vol}$  y DLP muestran que la exposición a la radiación fue alta en comparación a otros países.

**Palabras claves:** dosis de radiación, niveles de referencia, tomografía computada, valor típico

## ABSTRACT

**Background:** The growth in the use of computed tomography (CT) has suggested increased medical exposure to ionizing radiation for its benefits in detecting diseases such as stroke and traumatic brain injury; however, it is linked to an increased risk of cancer induction. Therefore, it is important to implement the use of dose reference levels (DRLs) in CT in each institution that has an X-ray room. **Objective:** Determine the typical values of dose reference levels in skull tomographic studies in patients adults from a level III Hospital. **Material and method:** Analytical and retrospective study, since 120 dosimetric reports of skull tomographic studies were used, acquired from a General Electric (GE) tomograph, from which we estimated the median of the dose indicators for CT, which are: dose in CT per volume ( $CTDI_{vol}$ ) and Dose Length Product (DLP). In this way, the typical dose values were determined in each group studied according to sex, age and clinical indication.

**Results:** The typical values of DRLs for skull tomography obtained were 1216.945 mGy\*cm for DLP, and 64.855 mGy for  $CTDI_{vol}$ . **Conclusions:** The obtained typical values of  $CTDI_{vol}$  and DLP show that radiation exposure was high compared to other countries.

**Keywords:** radiation dose, reference levels, computed tomography, typical value

## **I. INTRODUCCIÓN**

La tomografía computarizada (TC) de cráneo es una prueba diagnóstica para detectar lesiones intracraneales postraumáticas como accidente cerebrovascular (ACV) y/o traumatismo encefalocraneano (TEC), debido a su alta sensibilidad y especificidad se considera una herramienta esencial para el diagnóstico por sus beneficios (1,2). Sin embargo, las dosis utilizadas son 500 veces más altas que una radiografía y están vinculados a un mayor riesgo de efectos biológicos (3). De acuerdo con el informe de UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) 2000 se reportó que el 34% de la dosis colectiva mundial surgió debido al incremento de exámenes de TC (4), por tanto, el crecimiento en el uso de tomografías ha sugerido el aumento de la exposición a la radiación y mayor riesgo de inducción de cáncer (5–9). Kritsaneepaiboon et al en el 2018, concluyeron que los pacientes con lesiones múltiples y varias exploraciones tomográficas tenían un mayor riesgo de cáncer (9). Miglioretti et al en el 2013 implementaron estrategias de reducción de dosis para disminuir la cantidad de cánceres inducidos por TC pediátrica, los cuales son aproximadamente 4870 cánceres debido al uso de altas dosis de radiación (3).

En 1996 la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP: International Commission on Radiological Protection) adoptó medidas de protección radiológica dando origen a los Niveles de Referencia de dosis (DRLs) en TC con el fin de optimizar y monitorizar los niveles de radiación para prevenir en la medida posible dosis innecesariamente altas en los

pacientes. Los DRLs son un instrumento fundamental para proporcionar una dosis reducida y óptima a los pacientes, adecuándose a los diferentes grupos de una población en un examen tomográfico sin afectar la calidad diagnóstica de la imagen (10,11). Se han establecido estándares internacionales que incluyen recomendaciones donde se indica cómo utilizar y establecer los DRLs para los exámenes y procedimientos de rayos X. Por ejemplo, las guías europeas publicadas en 2018 sobre los niveles de radiación en pacientes pediátricos incorporan la definición de los DRLs locales, nacionales y europeos; así como, la referencia de dosis para grupos establecidos por peso y edad (12). Por otro lado, el reporte de ICRP 135 tiene como objetivo facilitar una orientación relevante y actualizada de los DRLs, ya que recomienda cómo usar y establecer DRLs para diversas modalidades de imágenes, en base a la recopilación de información a través de un registro de pacientes. Por ejemplo, se pueden determinar valores típicos, locales, nacionales y regionales en base a un cálculo estadístico de medianas y/o percentiles (13).

Con el incremento de la tomografía a lo largo de los años, es importante que el personal involucrado en dichos exámenes, conozca las dosis entregadas al paciente cuando se le realiza un examen tomográfico. Por consiguiente, los DRLs en TC se pueden estimar basándose en descriptores de dosis idóneos para cada paciente. Entre los que tenemos:

**Índice de dosis en Tomografía Computada en volumen ( $CTDI_{vol}$ ):**

Se usa como primera aproximación a la dosis aplicada, su unidad métrica es miliGray (mGy) y se expresa mediante:

$$CTDI_{VOL} = \frac{1}{pitch} * CTDI_W$$

donde  $CTDI_w$  representa la dosis promedio en un solo corte, mientras que el  $CTDI_{vol}$  representa la dosis atribuible en un volumen (14).

**Producto Dosis-Longitud (DLP):**

Es proporcional a la energía total que se imparte al paciente y está correlacionada con la dosis efectiva para indicar el riesgo. Su unidad de medida es miliGray por centímetro (mGy\*cm) y está expresada mediante:

$$DLP = CTDI_{vol} * L$$

donde L es la longitud real escaneada a lo largo del eje Z (14).

**Dosis Efectiva (DE):**

Se emplea para estimar la dosis de radiación entregada a un paciente durante una TC, teniendo en cuenta la dosis absorbida por cada órgano en función de la radiación, siendo la unidad de medida en milisieverts (mSv) y se expresa mediante:

$$E = E_{DLP} \cdot DLP$$

Donde, DLP representa el producto dosis-longitud expresada en mGy.cm y  $E_{DLP}$  es la dosis efectiva normalizada en una región específica, que en nuestro estudio vendría a ser el cráneo. Así mismo, para calcular la dosis efectiva normalizada se aplica la ecuación correspondiente utilizando el factor de conversión para cráneo de 0.0023mSv (14).

Existen estudios que han implementado el uso de DRLs y descriptores de dosis que permitirá reducir la dosis y exponer menos al paciente. Un estudio realizado en Turquía, por Eray Atli et al, menciona que el valor de  $CTDI_{vol}$  estuvo por debajo del DRL nacional en un 20% (13.4 mGy) y el DLP por encima en un 18% (178 mGy\*cm), en consecuencia, señalan la necesidad de optimizar los exámenes de TC de cráneo en su institución mediante los ajustes de los parámetros de adquisición (15). Otra investigación realizada en Chile, por Serra et al, determinó los p50 de  $CTDI_{vol}$  y DLP como valores típicos de dosis en cada grupo según edad, sexo e indicación clínica, logrando definir y establecer la metodología para obtener valores típicos para tomografías de cráneo, con el objetivo de optimizar las dosis sin comprometer la calidad de la imagen médica (10). Rosales en el 2015, determinó que el  $CTDI_{vol}$  fue 42.44 mGy en el 80% de los casos en pacientes con TEC, y que ningún paciente recibió más de 60 mGy, tomando como referencia a estándares internacionales (16). Así mismo, otra investigación señaló que el promedio de DLP fue 987.66 mGy\*cm y que el 80% de los estudios estuvieron por debajo del rango de referencia (17). Por otro lado, en el 2018, un grupo de investigadores realizaron una evaluación de dosis mediante descriptores radiológicos en 4 instituciones, en donde se pudo observar que el 47,8% de los estudios estaban dentro del rango del DLP y el 30,2% en el rango de CTDI (18). Por consiguiente, el uso de DRLs es un recurso empleado como enfoque de investigación para optimizar la seguridad en las prácticas médicas que involucran la exposición de pacientes a la radiación ionizante.

Esta investigación fue realizada para destacar la importancia del uso de los DRLs, así como para mejorar las prácticas médicas proporcionando una adecuada dosis al paciente, siguiendo el principio ALARA manteniendo la exposición a la radiación “tan baja como sea razonablemente posible” (19,20). Además, servirá como un pilar para futuras investigaciones en nuestro país, contribuyendo de manera significativa al paciente, debido a que se adecuará a nuestra realidad en comparación con estándares y guías internacionales.

## **II. OBJETIVOS**

### ***2.1. Objetivo general***

Determinar los valores típicos de niveles de referencia de dosis en estudios tomográficos de cráneo en pacientes adultos de un Hospital nivel III.

### ***2.2. Objetivos secundarios***

- Describir los descriptores de  $CTDI_{vol}$  y DLP en tomografía según edad, sexo e indicación clínica.
- Evaluar los niveles de referencia de dosis obtenidos respecto a los estándares internacionales.

## **III. MATERIAL Y MÉTODO**

### ***Diseño del estudio***

Estudio de tipo analítico y retrospectivo.

### ***Población y lugar de estudio***

La población estuvo conformada por reportes dosimétricos, obtenidos de los exámenes tomográficos de cráneo realizados a pacientes adultos.

Este proyecto se desarrolló en los meses de diciembre del 2023 y enero 2024 en el servicio de tomografía computarizada de un Hospital de nivel III-Perú.

### ***Criterios de inclusión***

Estudios tomográficos de cráneo no contrastado de pacientes adultos mayores de 18 años, con indicación médica: ACV y TEC.

### ***Criterios de exclusión***

Se excluyeron exámenes tomográficos que tengan solo indicación por cefalea.

### ***Muestra y muestreo***

La muestra estuvo conformada por 120 reportes dosimétricos, superando los 30 requerimientos como mínimo estipulados por la ICRP, para determinar los valores típicos de dosis en TC, ya que se realiza en un solo establecimiento que cuenta con un solo equipo de rayos x (tomógrafo) (13,21). El muestreo se realizó por conveniencia.

### ***Variables***

#### ***Variable principal:***

**Valor de DRL.** Es un valor numérico arbitrario de una magnitud de DRL. El “valor típico de DRL” se obtiene a partir del percentil 50 o la mediana de la

distribución de las dosis medidas en centros de salud que tengan una o varias salas de rayos X (21). Esta variable es de tipo cuantitativa numérica de razón.

Los indicadores de esta variable serán el  $CTDI_{vol}$  y DLP.

***Co-variables:***

**Sexo.** Es una característica biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades: mujer u hombre. Condición orgánica que permite determinar si es femenino o masculino. Esta variable es de tipo cualitativa (nominal). Los indicadores de esta variable son masculino y femenino.

**Edad.** Es el tiempo cronológico de vida. Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de evaluación del DNI (Documento Nacional de Identidad). Esta variable es de tipo cuantitativa numérica continua de razón. El indicador de esta variable es años.

**Indicación clínica.** Es un posible diagnóstico hecho por el médico, el cual será descartado en una prueba diagnóstica. Esta variable es de tipo cualitativa (nominal). Los indicadores de esta variable son Accidente cerebrovascular (ACV) y Traumatismo encefalocraneano (TEC).

***Instrumento de investigación***

Fue utilizada una ficha de recolección de datos, para describir el sexo, indicación clínica, edad y los parámetros de adquisición de las tomografías

como: mA, kV, tiempo de rotación, FOV y longitud de escaneo. Así como, los descriptores DLP y  $CTDI_{vol}$  (Anexo 1).

El DLP y  $CTDI_{vol}$  fueron obtenidos del tomógrafo GE de modelo Revolution Discovery CT de 64 detectores, el cual pasó por su respectivo control de calidad. El valor típico de DRL fue determinado a través de los parámetros dosimétricos mencionados.

### ***Procedimiento y técnicas***

#### ***Procedimientos administrativos***

Este proyecto de investigación se llevó a cabo después de la aprobación de la Facultad de Medicina Alberto Hurtado, comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y de la dirección de investigación del Hospital Nacional Cayetano Heredia.

#### ***Recolección de datos***

Los estudios fueron adquiridos siguiendo el protocolo de cráneo simple, un topograma frontal y lateral desde la base de cráneo hasta 1 cm por encima del vertex. Los parámetros de adquisición de las tomografías fueron obtenidos del monitor principal, haciendo uso de una matriz de 512 x 512 píxeles, un pitch 0.516 y kV de 120. Así mismo, los estudios se realizaron con la modalidad helicoidal, pero con FOV, mA y tiempo de rotación variables.

Los valores de DLP y  $CTDI_{vol}$  se obtuvieron luego de la adquisición de la tomografía a partir del informe de dosis que emite el equipo, los cuales se

recolectaron en una hoja de cálculo de Excel Office 2016. Así mismo, se calculó la dosis efectiva utilizando el factor k según la fórmula  $DE=DLP*k$  (14), y la longitud de exploración se obtuvo dividiendo el DLP entre  $CTDI_{vol}$  (15).

### ***Aspectos éticos.***

Para la investigación no se requirió de ningún consentimiento informado ni asentimiento informado, porque no contamos con la participación de humanos en el estudio. Sin embargo, para la revisión de este proyecto presentó documentos al Comité de Ética del Hospital Nacional Cayetano Heredia.

Este protocolo se registró en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) - Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT), y fue evaluado por el Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH) previamente a su ejecución. Durante la ejecución del estudio se respetaron los principios éticos delineados en la Declaración de Helsinki, y se siguieron estrictamente las recomendaciones realizadas por el CIE-UPCH.

### ***Plan de análisis.***

Se utilizó el Microsoft Excel 2016 para el almacenamiento de los datos, que una vez obtenidos se exportaron al software Stata 12 (StataCorp, TX, US).

### **Análisis univariado**

Las variables categóricas (sexo e indicación clínica) se resumieron en frecuencias y porcentajes, por otra parte, la variable numérica edad, se describió en términos de mediana con rango intercuartílico (RIC), debido a que el coeficiente de variación excede el 25%.

En el caso del DLP como el  $CTDI_{vol}$  para determinar los valores típicos, se utilizó la mediana debido a que el reporte 135 de la ICRP recomienda usar esta medida de tendencia central para evitar la dispersión de datos (13).

#### ***Análisis bivariado***

Además, se evaluó los DRLs según la edad, sexo e indicación clínica. Para la evaluación de la edad se dividieron en tres grupos etarios, según MINSA (Ministerio de Salud) (22): el primer grupo joven abarcó entre 18 a 29 años, el segundo grupo adulto de 30-59 años y el tercero grupo adulto mayor de 60 a más. Se utilizó Shapiro-Wilk para la evaluación de la normalidad. En cuanto, a las pruebas no paramétricas se utilizó la prueba de U Mann-Whitney para el análisis de sexo e indicación clínica, y Kruskal-Wallis para evaluar la edad en los grupos etarios. Se consideró significancia estadística cuando  $p < 0.05$ .

## **IV. RESULTADOS**

Se recopilaron 120 reportes dosimétricos de pacientes sometidos a exámenes tomográficos de cráneo entre 18 y 95 años. La mayor parte de los pacientes fueron varones, 63 (52.50%); con una mediana de edad de 56 años y con RIC (rango intercuartílico) de 30, cuya indicación clínica con mayor frecuencia fue ACV 65 (54.17%), siendo el grupo etario de adulto el más afectado 52

(43.33%) (Tabla 1). Los valores típicos de DRLs obtenidos fueron 1216.945 mGy\*cm para DLP (328.4 mGy\*cm min - 2746.03 mGy\*cm máx), y 64.855 mGy para  $CTDI_{vol}$  (25.13 mGy min - 129.98 mGy máx) (Tabla 2). Así mismo, la mediana de dosis efectiva del estudio de cráneo fue 2.8 mSv.

Para los valores típicos de DLP según edad, la mediana del grupo de jóvenes (1366.98 mGy\*cm) y adulto (1281.82 mGy\*cm) fue mayor con respecto al adulto mayor (1161.87 mGy\*cm), siendo estadísticamente significativo ( $p = 0.023$ ); así mismo, la mediana de  $CTDI_{vol}$  para el grupo de jóvenes (74.985mGy) y adulto (65.67mGy) era mayor en comparación a los adultos mayores (61.815 mGy) con un  $p = 0.002$ . Los resultados obtenidos son principalmente al movimiento involuntario de los pacientes, ya que estos ocasionan que los profesionales involucrados utilicen diferentes parámetros de adquisición, provocando variación en la dosis entregada en los pacientes. Así mismo, la diferencia de densidades en los pacientes adulto mayor respecto a los jóvenes también estaría ocasionando variación de la dosis entre ambos grupos. En cuanto a los análisis de DLP y  $CTDI_{vol}$  según indicación clínica y sexo no se hallaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) (Tabla 3).

## V. DISCUSIÓN

Los niveles de referencia de dosis (DRL) en diagnóstico médico es una herramienta útil para optimizar la protección radiológica en exposiciones médicas. Por ello, la ICRP recomienda utilizar la mediana o percentil 50 (p50) para hallar los valores típicos en tomografías, lo que permite una orientación más precisa para evaluar si las dosis del paciente son inusualmente altas, las

cuales pueden ser corregidas sin alterar la calidad de la información diagnóstica (13). El análisis de nuestra investigación se centró en determinar valores típicos mediante los indicadores de  $CTDI_{vol}$  y DLP para tomografías de cráneo en pacientes adultos, ya que el Hospital donde se realizó el estudio solo cuenta con un tomógrafo, en cambio para determinar un valor DRL local se necesita de varias instalaciones tomográficas (21). Sin embargo, nos pareció conveniente estimar las diferencias entre los valores hallados y los valores establecidos a nivel internacional.

La tomografía computarizada (TC) ocupa una posición fundamental en los métodos de diagnóstico por imágenes, por lo que es importante la evaluación de dosis recibida por el paciente en la exploración mediante los descriptores de dosis como el  $CTDI_{vol}$  y DLP, los cuales se visualizan en todos los exámenes tomográficos. En 2011, Pantos I *et al.* recolectaron reportes dosimétricos a través de diferentes literaturas desde el año 1991 a noviembre del 2009, los cuales definieron y evaluaron la mediana, y el rango de CDTI y DLP. Se recolectaron 32 estudios de tomografía de cráneo simple, cuyos resultados reportaron valores de mediana de 52 mGy y 733 mGy\*cm para CTDI y DLP respectivamente (23). En comparación con nuestro estudio son valores bajos, sin embargo, se encuentran dentro de lo recomendado por la Comisión Europea (60 mGy en CTDI y 1050 mGy\*cm en DLP) (24). Estos resultados se deben a la variabilidad de las cantidades dosimétricas porque se tuvo en cuenta el tamaño de los maniqués y el tamaño de la zona de exploración al momento de los estudios.

Por otro lado, en Perú, Moscoso J, *et al.* evaluó las dosis mediante descriptores en TC incluyendo estudios de cráneo y otros estudios no cardíacos (18). Su análisis se realizó en cuatro servicios de imágenes donde se utilizó 4 diferentes tomógrafos: un tomógrafo computado de 8 líneas de detectores, 3 tomógrafos de la marca Toshiba de 64 líneas de detectores, 16 filas de detectores y 16 detectores. Sus resultados fueron promediados, obteniendo 1050 mGy\*cm para DLP y 58 mGy para CTDI; resultados que se encuentran dentro de los valores de referencia según estándares internacionales. Sin embargo, esta investigación evaluó la dosis mediante estos descriptores en base a promedios, mientras que nuestro estudio se centra en determinar valores típicos en base a medianas de  $CTDI_{vol}$  y DLP con el fin de determinar DRLs a nivel nacional. Por lo tanto, los descriptores de dosis en TC son esenciales para estimar cuánta radiación recibe el paciente por estudio, las cuales deben encontrarse dentro de los DRLs comparables a nivel nacional o internacional (25).

En Chile, Serra et al en el 2015, para certificar los valores de  $CTDI_{vol}$  y DLP, emplearon un maniquí de cabeza cilíndrico de polimetilmetacrilato de 16 cm de diámetro, el cual también es empleado en diferentes investigaciones como referencia a las medidas realizadas según el fabricante (15,26,27). El estudio recolectó 73 reportes dosimétricos de exámenes tomográficos de cráneo simple (35 varones y 38 mujeres) de un equipo TC marca Toshiba modelo Aquilon 64 TS-101A, los cuales estimaron el valor típico de DRL en función del p50 realizados en tres grupos: edad, sexo e indicación clínica, dándose de igual manera esta categorización en nuestra investigación. La mediana de  $CTDI_{vol}$  y sexo, en mujeres fue de 50.1 mGy y en varones fue 52.4 mGy, en cuanto a la

mediana de DLP y sexo en mujeres fue de 1084.5 mGy.cm y en varones fue de 1110.7mGy.cm siendo valores muy bajos en comparación con nuestro estudio, encontrándose diferencias en el  $CTDI_{vol}$  en mujeres de 16% (10.31 mGy), en varones de 23% (15.21 mGy), y con respecto al DLP en mujeres de 9% (100.39 mGy.cm) y en varones de 12% (145.31 mGy.cm). Estas diferencias se dan debido a que sus parámetros de adquisición no varían tanto, porque el estudio emplea un protocolo estándar con parámetros de 120 kV, 250 mA, el tiempo de rotación de 0.75s y FOV de 24 cm. En cambio, en nuestra investigación se utilizaron distintos valores de mA, tiempo de rotación y tamaños de FOV diferentes, en consecuencia, las dosis entregadas a los pacientes en nuestro estudio fueron altas considerando estos parámetros.

En el grupo de indicación clínica los autores consideran cefalea, ACV, TEC y compromiso de conciencia, a diferencia de nuestro estudio en el cual solo trabajamos con dos indicaciones (ACV y TEC) por ser las más frecuentes en el Hospital donde fue desarrollado el presente trabajo. Los autores reportaron que la mediana de  $CTDI_{vol}$  en ACV fue 50.1 mGy, y para TEC 52.4 mGy, con respecto al DLP se encontró que la mediana para ACV fue 1110.7 mGy.cm y para TEC 1078.7 mGy.cm; siendo valores bajos en comparación con nuestro estudio, encontrándose diferencias para  $CTDI_{vol}$  en ACV de 23% (14.85 mGy) y para TEC de 19% (12.28 mGy). Así mismo, se reportó diferencias para DLP en ACV de 10% (119.73 mGy.cm) y para TEC 10% (124.76 mGy.cm). A pesar que en el grupo de pacientes con TEC se aumentó la longitud del barrido para incluir huesos nasales y parte de columna cervical en casos de traumatismo, en

nuestro estudio se obtuvieron valores más altos debido a que la longitud de barrido fue diferente en cada paciente, por lo que la dosis entregada fue mayor. En cuanto al grupo de edad se categorizó en dos grupos de 18 a 45 años y mayores de 45 años, donde la mediana del primer grupo para el  $CTDI_{vol}$  fue de 50.1 mGy y para DLP fue de 1084.5 mGy.cm, y para el segundo grupo, la mediana de  $CTDI_{vol}$  fue de 52.4 mGy y para DLP de 1110.7 mGy.cm, a diferencia de nuestro estudio que se dividió en 3 grupos etarios (joven, adulto y adulto mayor) de acuerdo al MINSAL; donde el grupo joven (18 a 29 años) reportó un  $CTDI_{vol}$  de 75.16 mGy y un DLP de 1329.4 mGy.cm; en adulto (30-59 años) un  $CTDI_{vol}$  de 68.44 mGy y un DLP 1319.1 mGy.cm, y en adulto mayor (60 años a más) fue un  $CTDI_{vol}$  de 64 mGy y un DLP 1300.475 mGy.cm. Sin embargo, no se podría comparar los datos ya que tanto en el estudio de Chile como en nuestro estudio no hay significancia estadística.

Por otro lado, Aguirre C. en su estudio determina los valores típicos y DE en cráneo y otras regiones del cuerpo utilizando 3 tomógrafos de diferentes marcas: GE HiSpeed Dual, Siemens Somatom Emotion y GE Revolution ACT de 2, 16 y 32 cortes respectivamente (26). Los resultados mostraron valores típicos de cráneo para el primer tomógrafo con un  $CTDI_{vol}$  de 44.43 mGy, DLP de 666.41 mGy.cm y DE de 1.4 mSv, para el segundo tomógrafo un  $CTDI_{vol}$  de 57.38 mGy, DLP de 977.52 mGy.cm y DE de 2.05 mSv y para el tercer tomógrafo un  $CTDI_{vol}$  de 49.66 mGy, DLP de 928.43 mGy.cm y DE de 1.95 mSv. En cuanto al número de exploraciones y sus parámetros de irradiación fueron diferentes por cada marca de tomógrafo, lo que sugiere la variación en

sus resultados obtenidos. En comparación con nuestro estudio, el primer y tercer tomógrafo tienen la misma marca, los cuales emplearon similares números de estudios (31 y 30 respectivamente) pero menor a la cantidad que usamos en nuestra investigación. En cuanto a los parámetros de adquisición, utilizamos valores iguales de kV (120), pero diferentes valores de mA y tiempo de rotación; mientras que en el primer tomógrafo usaron mA fijo (130), en el tercer tomógrafo utilizaron un rango de 130 a 170 mA. Por lo tanto, esto explica la marcada diferencia entre los valores de DLP,  $CTDI_{vol}$  y DE de ambos equipos con el nuestro, siendo la diferencia con el primer tomógrafo de un 45% (550.535 mGy.cm), 32% (20.425 mGy) y 50% (1.4 mSv) respectivamente; mientras que con el tercer tomógrafo las diferencias fueron en un 24% (288.515 mGy.cm), 24% (15.195 mGy) y 30% (0.85 mSv). Por otro lado, los valores de  $CTDI_{vol}$ , DLP y dosis efectiva en comparación con el segundo tomógrafo de diferente marca en comparación a los nuestros, tuvieron diferencias de 12% (7.475 mGy), 20% (239.425 mGy.cm) y 27% (0.75 mSv) respectivamente. Estas diferencias se deben a que utilizaron parámetros de adquisición no muy variados en comparación al nuestro, ya que su protocolo fue estándar para todas las adquisiciones. Por lo tanto, estos factores fueron los que influyeron en proporcionar más dosis a los pacientes (19).

Un estudio realizado recientemente en Irlanda por W.S. Tan *et al* emplearon dos equipos de TC (Siemens Somatom Definition AS de 128 cortes y Siemens Healthineers) para la realización de 50 TC de cráneo para cada uno de sus 6 protocolos: ACV (sin contraste), ACV (angiografía 3 fases), cerebro agudo (sin contraste), cerebro no vascular (postcontraste), senos y hueso temporal, de los

cuales cada protocolo incluye diferentes indicaciones clínicas y parámetros de adquisición, a diferencia de nuestro estudio que no existe un protocolo estandarizado por indicaciones clínicas, por lo que solo incluimos a pacientes con indicación de ACV y TEC para TC de cráneo sin contraste que son los más frecuentes en el Hospital. Los resultados que obtuvieron fueron para el protocolo de ACV (sin contraste) un  $CTDI_{vol}$  de 38.87 mGy y DLP 626 mGy.cm, para cerebro agudo (sin contraste, incluye TEC) un  $CTDI_{vol}$  de 39.05 mGy y DLP 635 mGy.cm, siendo valores muy bajos a comparación de nuestro estudio, encontrándose que para ACV las diferencias en  $CTDI_{vol}$  es 40% (26.08 mGy) y para DLP de 49% (604.43 mGy.cm). Así mismo, para cerebro agudo (sin contraste, incluye TEC) diferencias en el  $CTDI_{vol}$  de 40% (25.63 mGy) y para DLP de 47% (568.46 mGy.cm). Por otro lado, los parámetros fijos utilizados para cada protocolo al igual que nuestro estudio, fueron 120 de kV y un pitch de 0.55, en cambio, los parámetros diferentes a los nuestros fueron la corriente del tubo (mA), la longitud de exploración y el FOV, ya que ellos usaban 16.08 cm para ambos protocolos. Esto explicaría la notoria diferencia de valores para el  $CTDI_{vol}$  y DLP. Por otro lado, el estudio no indica el número de estudios que fueron por cada tomógrafo, sin embargo, las diferencias que ocurre entre los fabricantes y modelos de equipos de TC afectan muy poco en las dosis a los pacientes (28). Además, otra diferencia que hubo a comparación de nuestra investigación fue que por cada protocolo se evaluó el  $CTDI_{vol}$  y DLP de mujeres y varones. En el caso de ACV (sin contraste), para 22 varones se obtuvo como valores típicos del  $CTDI_{vol}$  de 41.9

mGy y DLP de 693 mGy.cm. Así mismo, para 28 mujeres se obtuvieron valores del  $CTDI_{vol}$  de 37.7 mGy y para el DLP de 606 Gy.cm. Por otro lado, en el caso de cerebro agudo, para 29 varones se obtuvo el  $CTDI_{vol}$  de 39.7 mGy y el DLP de 659 mGy.cm, y para 21 mujeres resultó el  $CTDI_{vol}$  de 38.8 mGy y el DLP de 591 mGy.cm. Esta investigación demostró que sus valores de  $CTDI_{vol}$  y DLP eran bajos entre un 19 % y 76% para  $CTDI_{vol}$  en comparación a DRLs de la UE, y entre un 22% y 63% y un 30%-69% en comparación a DRLs de la UE y los DRLs nacionales de Irlanda, respectivamente (29).

En el estudio de Eray Atli et al emplearon 607 TC de cráneo (318 varones y 289 mujeres) de un tomógrafo GE Optima CT 660 de 64 cortes, de los cuales se obtuvieron los valores de  $CTDI_{vol}$  de 53 mGy, DLP 988 mGy.cm y DE de 2.07 mSv (15). Existe una diferencia comparando sus valores típicos de  $CTDI_{vol}$  y DLP con los nuestros, siendo un 18% (11.86 mGy) y un 19% (228.945 mGy.cm) más bajos respectivamente, en cuanto a la DE tuvo una diferencia mínima de 0.5% (0.73 mSv). Esto radica principalmente en que se utilizaron rango de valores de mA, tiempo de rotación y tamaños del FOV diferentes, mientras que en el estudio de Turquía utilizaron un protocolo estándar con parámetros establecidos para todas las tomografías de cráneo. Por lo tanto, las dosis entregadas a los pacientes fueron mayores considerando estos parámetros, los cuales influyen en la dosis de radiación durante la adquisición (19). Además, la longitud media de exploración en nuestro estudio fue mayor (19.08 cm) frente al estudio de Turquía ( $18.1 \pm 1.7$  cm) y de Aguirre

(14.7 cm, 17.1 cm y 18.2 cm), por ello es que se evidencia los valores de  $CTDI_{vol}$  y DLP altos, ya que, a mayor longitud de exploración, mayor será la dosis entregada al paciente (19).

Así mismo, en comparación con estándares internacionales, haciendo hincapié especialmente en las directrices europeas y niveles de referencia de EEUU debido a la falta de guías nacionales, nuestros valores de  $CTDI_{vol}$  y DLP para tomografías de cráneo fueron mayores. Esto sería a consecuencia de los parámetros técnicos de irradiación utilizados por cada profesional, además, cabe mencionar que el número de estudios analizados no influye en la obtención de los valores típicos, ya que en la investigación de Aguirre C. utilizan cantidades mínimas de estudios de cráneo según lo recomendado por la ICRP y sus resultados también fueron mayores en comparación a los estándares internacionales, mientras que Erray Atli et al utilizando una cantidad amplia de estudios obtuvieron valores inferiores. Sin embargo, a pesar de que existen valores estándares que se asignan a estudios específicos según la región explorada, no reflejan la cantidad de radiación administrada, si no la cantidad de radiación correspondiente a un modelo estándar de maniquí, por lo que la dosis real que recibe el paciente puede variar significativamente según su tamaño en comparación al maniquí utilizado para calcular el valor del  $CTDI_{vol}$ , tal como se refleja en el estudio de Kalpana M. Kanal et al (30).

## VI. LIMITACIONES

No se contó con las medidas antropométricas de los pacientes, lo que impidió llevar a cabo un análisis de los DRLs según peso, conforme lo recomienda la ICRP y las guías europeas. Sin embargo, no alteraría el estudio debido a que las variaciones del tamaño del cráneo en la población adulta son menores en comparación con otras regiones del cuerpo.

## VII. CONCLUSIONES

Los valores típicos de DRLs en estudios tomográficos de cráneo en pacientes adultos se determinaron a partir del  $CTDI_{vol}$  y DLP. Estos valores fueron 64.855 mGy para  $CTDI_{vol}$  y 1216.945 mGy\*cm para DLP. Así mismo, muestran que la exposición a la radiación fue alta debido a que los parámetros de adquisición como el mA, FOV, longitud de escaneo, pitch y tiempo de rotación fueron variados para cada estudio, en comparación a la Comisión Europea, Chile, Turquía y otros países.

En cuanto, al  $CTDI_{vol}$  y DLP, en el caso de edad el grupo con menor cantidad de DRL fue adulto mayor (61.82 mGy y 1161.87 mGy\*cm) en comparación a los jóvenes (74.98mGy y 1366.98 mGy\*cm ) y al adulto (65.67mGy y 1281.82 mGy\*cm). Por otro lado, en el caso de sexo para varones (65.31 mGy y 1256.01 mGy\*cm) y mujeres (62.71 mGy y 1184.89 mGy\*cm), así como, indicación clínica para ACV (64.95 mGy y 1230.43 mGy\*cm) y TEC (64.68 mGy y 1203.46 mGy\*cm), no hubo significancia estadística.

En líneas generales, a partir del análisis de este estudio cabe resaltar la importancia de mejorar los procedimientos de TC de cráneo en la institución, puesto que los valores adquiridos nos proporcionaron una referencia para evaluar la situación en cuanto a las dosis de radiación en TC, es decir, contribuyen a la reducción de estas dosis ajustando los parámetros de exploración. Sin embargo, cabe mencionar que estos valores no son un límite de dosis y que se aplican a un grupo poblacional específico.

## VIII. RECOMENDACIONES

La presente investigación hace énfasis exclusivamente en la evaluación de valores típicos, los cuales, según el reporte 135 de la ICRP (13), se evalúan mediante medianas cuando se trata de un solo servicio de tomografía. Por lo tanto, para estudios similares se recomienda utilizar una metodología parecida para la determinación de los DRLs locales o DRLs nacionales en el caso de contar con varias instituciones y tomógrafos, tomando en cuenta el percentil 75.

Se sugiere realizar otras investigaciones en cuanto a la determinación de DRLs en nuestro país y en Latinoamérica, así como los países de primer mundo (31), siendo necesario planificar e implementar valores estandarizados de DRLs, lo que nos permitirá optimizar y monitorizar la dosis en los pacientes, facilitando sus análisis ya que se podrá observar si se presentan valores atípicos o irregulares.

Se espera instruir al equipo multidisciplinario de cada servicio de radiología sobre la trascendencia de la optimización de dosis mediante la implementación del uso de los DRLs en TC (32,33), tanto en instituciones tanto públicas como privadas para implementar, establecer y utilizar los DRL en cada servicio y por lo tanto la creación de un sistema de gestión de dosis que regularice el manejo de estos valores.

Se recomienda revisar los protocolos periódicamente para comprobar que la dosis en el paciente se mantenga en los niveles deseados, especialmente cuando se hagan modificaciones. Por ejemplo, se pueden tener diferentes protocolos de adquisición por cada indicación clínica con una calidad de imagen diagnóstica aceptable (29,34).

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Novoa Ferro M, Santos Armentia E, Silva Priegue N, Jurado Basildo C, Sepúlveda Villegas CA, Del Campo Estepar S. Tomografía computarizada cerebral solicitada desde Urgencias: la realidad. *Radiologia* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2024 Feb 21];64(5):422–32. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-tomografia-computarizada-cerebral-solicitada-desde-S0033833820301235>
2. Loor SB, Delgado VM. Tomografía computarizada como método diagnóstico de elección en los traumatismos craneoencefálicos. *Salud & Ciencias Medicas* [Internet]. 2021 Jan 21 [cited 2024 Feb 21];1(1):19–27. Available from: <https://saludycienciasmedicas.uleam.edu.ec/index.php/salud/article/view/14/8>
3. Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT, Weinmann S, Solberg LI, et al. Pediatric Computed Tomography and Associated Radiation Exposure and Estimated Cancer Risk. *JAMA Pediatr* [Internet]. 2013 Aug 8 [cited 2024 Feb 21];167(8):700. Available from: </pmc/articles/PMC3936795/>
4. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). 2008 Report to the General Assembly: Annex B Exposures of the Public and Workers from Various Sources of Radiation. United Nations [Internet]. 2010 [cited 2022 Oct 26];I:66. Available from: [//www.unscear.org/unscear/en/publications/2008\\_1.html](//www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html)
5. Bosch de Basea Gomez M, Thierry-Chef I, Harbron R, Hauptmann M, Byrnes G, Bernier MO, et al. Risk of hematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults. *Nature Medicine* 2023 29:12 [Internet]. 2023 Nov 9 [cited 2024 Feb 21];29(12):3111–9. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41591-023-02620-0>
6. Amis ES, Butler PF, Applegate KE, Birnbaum SB, Brateman LF, Hevezi JM, et al. American College of Radiology White Paper on Radiation Dose in Medicine. *Journal of the American College of Radiology* [Internet]. 2007 May 1 [cited 2022 Oct 26];4(5):272–84. Available from: <http://www.jacr.org/article/S1546144007001081/fulltext>
7. García Alfonso C, Martínez Reyes AE, García V, Ricaurte Fajardo A, Torres I, Coral Casas J. Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque

- cerebrovascular isquémico agudo. *Universitas Médica*. 2019 Jun 25;60(3):1–17.
8. Moreira Milanesi E, Vidal Suarez J, Taborda Tafernaberry A, Nakle Buschiazzo E, Vaucher Rivero A, Cidade Pereira L, et al. Tomografía computarizada de cráneo en traumatismo craneoencefálico leve, ¿son estas necesarias en todos los casos? *Revista Uruguaya de Medicina Interna* [Internet]. 2021 Mar 17 [cited 2022 Oct 26];6(1):34–44. Available from: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2393-6797202100100034&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2393-6797202100100034&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  9. Kritsaneepaiboon S, Jutiyan A, Krisanachinda A. Cumulative radiation exposure and estimated lifetime cancer risk in multiple-injury adult patients undergoing repeated or multiple CTs. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2016 44:1 [Internet]. 2016 Mar 24 [cited 2022 Oct 26];44(1):19–27. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00068-016-0665-6>
  10. Serra H. A, Ramírez M. C, Véliz H. J, Salas O. MI, Pérez A. J, Vera M. F, et al. Valores típicos de dosis para tomografía computada de cerebro en pacientes adultos. *Revista chilena de radiología* [Internet]. 2020 [cited 2022 Oct 26];26(1):25–31. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082020000100025&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082020000100025&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  11. Cadavid Álvarez LM, Poveda Bolaños JF, Palacio Montoya MI, González Londoño JF, Saldarriaga Arango MF. Niveles de referencia de dosis de radiación para la toma de imágenes en pediatría. *Rev colomb radiol* [Internet]. 2020 Jun 30 [cited 2022 Oct 26];31(2):5328–34. Available from: [http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR31-2/RCR%2031\\_2-04-Niveles%20de%20referencia.pdf](http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR31-2/RCR%2031_2-04-Niveles%20de%20referencia.pdf)
  12. European Commission. Radiation Protection 185: European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging. 2018 Sep 1 [cited 2022 Oct 26]; Available from: <https://www.iaea.org/resources/article/radiation-protection-185-european-guidelines-on-diagnostic-reference-levels-for-paediatric-imaging>

13. Vañó E, Miller DL, Martin CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. *Ann ICRP* [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2022 Oct 26];46(1):1–144. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0146645317717209>
14. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en tomografía computada. *Revista Argentina de Radiología* [Internet]. 2014 Jul 1 [cited 2023 Sep 29];78(3):156–60. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-radiologia-383-articulo-dosimetria-tomografia-computada-S0048761914000362>
15. Atlı E, Uyanık SA, Ögüçlü U, Cenkeri HÇ, Yılmaz B, Gümüş B. Radiation doses from head, neck, chest and abdominal CT examinations: an institutional dose report. *Diagnostic and Interventional Radiology* [Internet]. 2021 [cited 2022 Oct 26];27(1):147. Available from: [/pmc/articles/PMC7837727/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35811111/)
16. Rosales Ticona EJ. Dosis de radiación por tomografía computarizada de cráneo en pacientes con traumatismo encéfalo craneano. Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa, 2014. REPOSITORIO ACADÉMICO USMP [Internet]. 2015 [cited 2022 Nov 3]; Available from: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1301>
17. Sánchez Coras C. Dosis de radiación efectiva en pacientes sometidos a tomografía computarizada de cráneo atendidos en el Servicio de Radiología de la Clínica Vesalio. Enero a agosto del 2016. Repositorio de Tesis - UNMSM [Internet]. 2017 [cited 2022 Nov 3]; Available from: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6293>
18. Moscoso J, Guzmán CS, Acosta N, Lozada I, Kodlulovich S. Evaluación de Dosis Mediante Descriptores en Tomografía Computarizada Para Pacientes Adultos y Pediátricos Dose Evaluation Using Computerized Tomography Descriptors for Adult and Pediatric Patients. *J health med sci*. 2018;4(2):87–92.
19. Espín RSS, Pardo ML, Avila Venegas AM, Cano RA, Seguí IJ, García González FJ. Optimización de la dosis de radiación en Tomografía Computarizada: Una guía actualizada.
20. Rosenstein M. Diagnostic reference levels for medical exposure of patients: ICRP guidance and related ICRU quantities. *Health Phys* [Internet].

- 2008 Nov [cited 2023 Oct 26];95(5):528–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18849685/>
21. Ubeda de la C. C, Vaño C. E, Ruiz Cruces. R, Soffia S. P, Fabri G. D, Ubeda de la C. C, et al. Niveles de referencia para diagnóstico: Una herramienta efectiva para la protección radiológica de pacientes. *Revista chilena de radiología* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2022 Oct 26];25(1):19–25. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082019000100019&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082019000100019&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  22. MINSA. Manual de Implementación del Modelo de Cuidado Integral de Salud por Curso de Vida para la Persona, Familia y Comunidad (MCI). LIMA; 2021.
  23. Pantos I, Thalassinou S, Argentos S, Kelekis NL, Panayiotakis G, Efstathopoulos EP. Adult patient radiation doses from non-cardiac CT examinations: a review of published results. *Br J Radiol* [Internet]. 2011 Apr [cited 2023 Sep 29];84(1000):293. Available from: </pmc/articles/PMC3473464/>
  24. Menzel HG, Schibilla H, Teunen D. EUROPEAN GUIDELINES ON QUALITY CRITERIA FOR COMPUTED TOMOGRAPHY.
  25. Gómez Grance FJ, Rodríguez Zárata YL, Gómez Grance FJ, Rodríguez Zárata YL. Importancia del índice de dosis en tomografía computarizada (CTDI) para la protección radiológica de los pacientes sometidos a estudios tomográficos. *Reportes científicos de la FACEN* [Internet]. 2018 Jun 30 [cited 2023 Oct 26];9(1):24–30. Available from: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2222-145X2018000100024&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2222-145X2018000100024&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  26. Aguirre C. Dosis efectiva en pacientes adultos en tomografía computarizada. 2021.
  27. Nalwoga K, Nankya E, Erem G, Mark J, Mayanja K, Mubuke AG, et al. Typical Diagnostic Reference Levels of Common Indications for Computed Tomography Scans Among Adult Patients in Uganda: a Cross-sectional Study.

- 2023 Mar 22 [cited 2023 Sep 29]; Available from: <https://www.researchsquare.com>
28. Reyes Y, Santamarina MG, Villagrán D, Torres F, Vial I, Villarroel C, et al. Dosis de radiación en tomografía computarizada: observación en tres hospitales de la Región de Valparaíso, Chile. *Revista chilena de radiología* [Internet]. 2022 [cited 2024 Feb 21];28(3):83–91. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082022000300083&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082022000300083&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  29. Tan WS, Foley S, Ryan ML. Investigating CT head diagnostic reference levels based on indication-based protocols – a single site study. *Radiography*. 2023 Jul;29(4):786–91.
  30. 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 1 [cited 2023 Sep 29];284(1):120–33. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2017161911>
  31. Rehani MM. Limitations of diagnostic reference level (DRL) and introduction of acceptable quality dose (AQD). *Br J Radiol*. 2015 Jan;88(1045):20140344.
  32. Damilakis J, Frija G, Brkljacic B, Vano E, Loose R, Paulo G, et al. How to establish and use local diagnostic reference levels: an ESR EuroSafe Imaging expert statement. *Insights Imaging*. 2023 Feb 6;14(1):27.
  33. EUCLID. EUCLID – European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging. 2017.
  34. Sepúlveda FA, Bustos GF, Aldana SG, Herrera MJ, Genskowsky DF, Mislej JS. Determinación de niveles de referencia para diagnóstico (DRL) en indicación de tomografía computada de accidente vascular encefálico en Clínica Alemana de Santiago en el año 2019-2020. *Revista Confluencia* [Internet]. 2022 Jul 29 [cited 2024 Feb 26];5(1):31–5. Available from: <https://revistas.udd.cl/index.php/confluencia/article/view/710>

## X. TABLAS Y GRÁFICOS

**Tabla 1. Características de la población**

<b>Características</b>	<b>N (%)</b>
<b>Sexo</b>	
Masculino	63(52.5)
Femenino	57(47.5)
<b>Indicación clínica</b>	
ACV	65(54.17)
TEC	52(45.83)
<b>Edad**</b>	
Joven	18(15)
Adulto	52(43.33)
Adulto mayor	50(41.67)
<i>CTDI<sub>vol</sub></i> **	64.855(25.13-129.98)
<b>DLP**</b>	1216.945(328.4-2746.03)

\* Mediana (IQR)

\*\*Mediana (min-máx)

<b>Tabla 2. Comparación de medianas de nuestro estudio y otros estudios</b>				
	$CTDI_{vol}$ (mGy)		DLP (mGy*cm)	
<b>Datos del estudio</b>	64.855	[25.13-129.98]	1216.945	[328.4-2746.03]
<b>Estudio de Chile ° (16)</b>	52.4	[50,1-80,2]	1087.4	[961,2-1459,2]
<b>Estudio de Grecia ° (23)</b>	52.0	[17.0–181]	733	[81–2173]
<b>Estudio de Turquía °(15)</b>	53	10.5^	988	251^
<b>Estudio de Irlanda ° (31)</b>	39.05	---	635	---
<b>Datos de la CE (24)</b>	60		1050	
°: Valores típicos (medianas) de los estudios. CE: Valores propuestos por la Comisión Europea. ^: Rango intercuartílico. []: Min-máx.				

<b>Tabla 3. Comparación de indicadores (medianas) de DRL según datos del paciente</b>							
		DLP (mGy*cm)		Valor p	$CTDI_{vol}$ (mGy)		Valor p
<b>Sexo</b>	Masculino	1256.01	265.04^	0.134	65.31	14.21^	0.153
	Femenino	1184.89	298.14^		62.71	16.16^	
<b>Indicación clínica</b>	ACV	1230.43	265.04^	0.445	64.95	14.89^	0.971
	TEC	1203.46	364.86^		64.68	14.87^	
<b>Edad</b>	Joven	1366.98	807.64^	0.023 <sup>a</sup>	74.98	36.83^	0.002 <sup>a</sup>
	Adulto	1281.82	261.235^		65.67	14.15^	
	Adulto mayor	1161.87	254.42^		61.82	7.47^	
^: Rango intercuartílico <sup>a</sup> : Se encontró significancia estadística en las medianas según edad							

## ANEXOS

### *Anexo 1: Instrumento de recolección de los datos*

#### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nº de estudio	Sexo	Edad	Indicación clínica	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy.cm)	Dosis Efectiva (mSv)	Kv	mA	Tiempo de rotación	Pitch	Matriz	Longitud de exploración (cm)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

*Anexo 2: Operalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tipo y escala de medición</b>
Valor de DRL	Es un valor numérico arbitrario de una magnitud de DRL	El “valor típico de DRL” es la mediana de la distribución de las dosis medidas en centros que tengan una sala de rayos x	$CTDI_{vol}$ DLP	Cuantitativa Numérica (de razón)
Sexo	Característica biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades solamente: mujer u hombre	Condición orgánica que permite determinar si es femenino o masculino	Masculino Femenino	Cualitativo (Nominal)
Edad	Tiempo cronológico de vida	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de evaluación del DNI	Años	Cuantitativa Numérica continua (Intervalo)
Indicación clínica	Es un posible diagnóstico hecho por el médico, el cual será descartado en una prueba diagnóstica	Diagnóstico médico descartado por una prueba diagnóstica	ACV TEC	Cualitativo (Nominal)

Anexo 3: Autorizaciones y permisos



Hospital Nacional  
Cayetano Heredia

Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Lima, 22 de junio de 2023

OFICIO N° 1986 - 2023 - DG - 930 - DEGRRH - 669 - OADI/HNCH

Señoritas  
Rossyvelt Eysaku HENRÍQUEZ CARDENAS  
Jérica Jeraldin QUIÑONES GÓMEZ  
Investigadoras Principales  
Universidad Peruana Cayetano Heredia  
Presente -

Asunto : Autorización Institucional del Trabajo de Investigación

Referencia : Carta del 08 de mayo de 2023  
Registro de Expediente 7259/2023.

De mi consideración:

Me dirijo a ustedes, para saludarlas cordialmente y comunicarles que, contando con la aceptación del Departamento de Diagnóstico por Imágenes y la Aprobación del Comité Institucional de Ética en la Investigación, esta Dirección autoriza la ejecución del Trabajo de Investigación "Determinación de los valores típicos de niveles de referencia de dosis, en estudios tomográficos de cráneo en pacientes adultos, de un Hospital nivel III". Código: 061-2023.

Esta autorización tendrá vigencia mientras dure el Trabajo, sin embargo, la Constancia de Aprobación deberá ser renovada anualmente por el Comité Institucional de Ética en investigación (CIEI) del Hospital Nacional Cayetano Heredia.

Cabe resaltar que, las Investigadoras Principales asumirán la responsabilidad del Trabajo de Investigación y deberán informar al CIEI, de acuerdo a normas vigentes de cualquier enmienda, eventos adversos, avance, cierre y el respectivo informe final, según corresponda.

Es propicia la ocasión, para expresarles los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



LUPA MARCO DEL CAYETANO JUDILANAY LA TABARA  
DIRECTORA GENERAL  
CMP 032781 RNE 17997

M. J. IZAZA/MSA/asa  
C/ General  
Dirección General  
Dirección DEGRRH  
Dirección OADI  
Archivo CIEI  
Archivo (1)  
Distribución (4)  
Prov. Ofic. 22.06.2023  
Copias: 3



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024

www.hospitalcayetano.gob.pe

Av. Honorio N° 282  
Urb. Ingeniería  
San Martín de Porres  
Lima 31, PERÚ  
Telf: (511) 213-6000

**CONSTANCIA 236-22-23**

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 : **“Determinación de los valores típicos de niveles de referencia de dosis, en estudios tomográficos de cráneo en pacientes adultos, de un Hospital nivel III”**

Código de inscripción : **210513**

Investigador(a) principal(es) : **Henríquez Cárdenas, Rossyvelt Eysaku  
Quiñones Gómez, Jérica Jeraldin**

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. **Protocolo de investigación**, versión 03 de fecha 11 de abril del 2023.

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 **22 de mayo del 2028**.

***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, 23 de mayo de 2023.



Dr. Luis Arturo Pedro Saona Ugarte  
Presidente  
Comité Institucional de Ética en Investigación

/arr

*Anexo 4: Certificado de control de calidad del tomógrafo*



CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS DE RAYOS X DE DIAGNÓSTICO MÉDICO Y DENTAL  
AUTORIZACIÓN DE SERVICIOS Nro. S0839.E3 IPEN/OTAN

**CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD N° 000130-CCR<sub>X</sub>**

Alara Radiation SAC certifica que:

**EL EQUIPO DE TOMOGRAFÍA**

MARCA MODELO SERIE	SISTEMA	TUBO
	GENERAL ELECTRIC REVOLUTION DISCOVERY CT HDDGV2100001CN	GENERAL ELECTRIC 5232083-100 HDDGV2100001CN

pasó las pruebas de control de calidad (INFORME N° 000130-b-ICCR<sub>X</sub>).

Titular:

**HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA**

Ubicación del equipo:

**AV. HONORIO DELGADO NRO 262 - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA**

**PISO 1 - SALA TOMÓGRAFO**



**REPRESENTANTE LEGAL**

**PERSONA QUE REALIZÓ EL CONTROL DE CALIDAD  
LICENCIA INDIVIDUAL Nro. 0046-04 IPEN/OTAN**

**Fecha de emisión: 13 de diciembre de 2023  
Fecha del próximo control: 15 de noviembre de 2024**