

Evaluación de los niveles de referencia mediante descriptores en tomografía computarizada en pacientes adultos y pediátricos

Evaluation of reference levels using descriptors in computed tomography in adult and pediatric patients

Axel Vitor Cano^{1,a}, Carlos García Suarez^{1,b}, Rosa Neira Fernandez^{2,c}, Carmen Guzman Calcina^{1,d}, Hector Silva Vidal^{3,f}, Mirko Alva Sánchez^{4,g}, Juan Méndez Velasquez^{5,h}

Resumen

Objetivo: los inexactos parámetros técnicos y dosimétricos considerados en la tomografía computarizada (TC) han generado un incumplimiento en los niveles de referencia de dosis (NRD) por lo que es importante evaluar los descriptores dosimétricos CTDIvol y DLP de las TC en las áreas craneales, torácicas y abdominales en pacientes adultos y pediátricos y contribuir con los NRD actuales. **Método:** se aplicó un estudio de enfoque cuantitativo, observacional y analítico. Se analizaron los parámetros CTDIvol y DLP obtenidos por el programa DICOM del sistema PACS del equipo CT03S del TC Canon Medical Systems. **Resultados:** en adultos, los valores de CTDIvol y DLP superaron los valores referenciales de TC en cabeza en 47,92 % y 90,07 %. En TC torácico, el CTDIvol fue un 18,02 % menor que su valor referencial, mientras que el DLP superó a su similar en 19,46 %. En TC abdominal, el CTDIvol superó al valor referencial en 111,55 %; mientras que el DLP obtuvo un valor inferior en 9,66 %. En menores, los valores de CTDIvol en TC torácica y abdominal y DLP en TC abdominal mostraron estar dentro de los valores referenciales, el DLP en la región torácica obtuvo un valor mayor en 99,21 % en comparación con la referencia. En TC en cabeza, el CTDIvol y DLP registraron un 96,12 % y 207,76 % por encima del promedio. **Conclusiones:** los valores de CTDIvol y DLP no cumplieron con los niveles de referencia, mostrando una discordancia en la entrega de la dosis nominal y la dosis recibida por los pacientes.

Palabras claves: tomografía computarizada por rayos x, niveles de referencia para diagnóstico, dosis de radiación

Abstract

Objectives: the inaccurate technical and dosimetric parameters considered in computed tomography (CT) have generated a non-compliance in the dose reference levels (NRD) so it is important to evaluate the CTDIvol and DLP dosimetric descriptors of CT in the cranial, thoracic and abdominal areas in adult and pediatric patients and contribute to the current NRDs. **Method:** a quantitative, observational and analytical approach study was applied. The CTDIvol and DLP parameters obtained by the DICOM program of the PACS system of the CT03S equipment of the Canon Medical Systems CT were analyzed. **Results:** in adults, CTDIvol and PLD values exceeded the reference CT values in the head by 47,92 % and 90,07 %. In thoracic CT, the CTDIvol was 18.02% lower than its reference value, while the DLP exceeded its similar value by 19,46%. In abdominal CT, the CTDIvol exceeded the reference value by 111,55%; while the DLP obtained a lower value by 9,66%. In minors, the values of CTDIvol in thoracic and abdominal CT and PLD in abdominal CT showed to be within the reference values, the PLD in the thoracic region obtained a value higher in 99,21 % compared to the reference. In TC in the head, CTDIvol and DLP registered 96,12% and 207,76% above the average. **Conclusions:** The CTDIvol and PLD values did not meet the reference levels, showing a discordance in the delivery of the nominal dose and the dose received by the patients.

Keywords: tomography scanners x-ray computed, diagnostic reference levels, radiation dosage.

Recibido el
04 de julio de 2024

Aceptado
15 de enero de 2025

¹Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ciencias Naturales y matemáticas, calle Rio Chepen S/N, El Agustino, Lima-Perú

²Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima-Perú

³Hospital de Blekinge sección de radiología, Suecia.

⁴Universidad Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Brasil. Universidad del Callao, Facultad de Ciencias Naturales y matemática, Lima-Perú.

^a<https://orcid.org/0000-0002-3320-4304>
2017033341@unfv.edu.pe

^b<https://orcid.org/0009-0009-4623-5706>
2017011863@unfv.edu.pe

^c<https://orcid.org/0000-0002-6734-8517>
redith.nf@gmail.com

^d<https://orcid.org/0000-0002-5072-2525>
^e<https://orcid.org/0000-0001-7980-0315>

^f<https://orcid.org/0000-0003-3936-3629>
hsilva.vv@gmail.com

^g<https://orcid.org/0000-0003-3936-3629>
mirko@ufcspa.edu.br

^h<https://orcid.org/0000-0002-7685-901X>
jamendezv@unac.edu.pe

*Correspondencia:
Carmen Guzman Calcina
Correo electrónico:
cguzmanc@unfv.edu.pe

DOI:

<https://doi.org/10.47993/gmbv48i1.921>

Desde la primera imagen médica tomada por el físico Alemán Wilhem Roentgen en 1895, la carrera por la mejor obtención de información fisiológica y/o anatómica sobre diversos órganos del cuerpo humano, continua en auge con el propósito de dar con el correcto diagnóstico de diferentes patologías¹⁻⁴. Actualmente, una de las diversas técnicas de imagenología médica ampliamente utilizada es la tomografía computarizada (TC) que consiste en la emisión de rayos X capaces de atravesar variadas densidades del cuerpo humano evidenciados en imágenes bidimensionales no invasivas⁵; sin embargo, el aumento progresivo de la dosis de radiación emitido por los tomógrafos computarizados puede resultar nocivo para los pacientes expuestos a estos tipos de evaluaciones médicas, causando daño a los tejidos e incrementando el riesgo de padecimiento de cáncer en el mediano y largo plazo en adultos y niños⁶.

En TC la determinación de la dosis de radiación, recibida por los pacientes, depende de distintos factores como: el índice de dosis en tomografía computada en volumen (CTDIvol), producto dosis por longitud (DLP), dosis absorbida, dosis efectiva,

entre otros parámetros dosimétricos⁷. Estas medidas permiten ayudar en la optimización de la protección radiológica en la obtención de imágenes médicas, por lo que son conceptos utilizados como descriptores de nivel de referencia de dosis (NRD) en estudios dosimétricos⁸.

La ICRP recomienda la exposición médica a radiaciones ionizantes cuando la exposición sea razonablemente beneficiosa para el paciente, supere el riesgo de la exposición y sea lo suficientemente aceptable para obtener imágenes médicas de idónea calidad; sin embargo, numerosos estudios reportaron incumplimientos entre la dosis entregada por TC y la dosis real absorbida por los pacientes durante sus respectivos tratamientos médicos⁹. Una investigación realizada por Allende et. al¹⁰, reportó un error en la obtención de los valores CTDIvol y SSDE en 54 pacientes pediátricos debido a una inexacta consideración en el diámetro del fantoma de cuerpo, por lo que generó un aumento considerable en el CTDIvol con un SSDE 126% mayor al valor promedio. Escobedo et al.¹¹ en su estudio realizado en México, analizaron el parámetro DLP a 419 pacientes adultos durante una exploración tomográfica. Se encontró que los valores DLP excedieron el valor recomendado en un 25,7% y, además se observó sobredosis en los exámenes de cráneo y tórax con un 54,54% y 45,8% superiores a las dosis recomendadas, respectivamente, indicando una sobreexposición de niveles de dosis en los pacientes sometidos. En ese mismo sentido, Gómez y Rodríguez, realizaron una revisión bibliográfica exhaustiva acerca de los parámetros dosimétricos considerados en TC. En una investigación, encontraron que la mala utilización de los parámetros dosimétricos derivó en accidentes radiológicos en adultos y niños. En otra investigación, reportaron una mejora en la optimización de la dosis entregada a los pacientes mediante la reducción de la corriente del tubo (mAs), el kVp, pitch, entre otros, sin afectar la calidad de las imágenes tomográficas, por lo que en ambos estudios se reconoce la importancia de la correcta estimación de los descriptores de dosis¹². Así mismo, Cadavid y demás autores¹, mediante un estudio descriptivo - retrospectivo, analizaron los NRD mediante los datos de DLP en cabeza, tórax y abdomen por TC en pacientes pediátricos y compararon sus resultados con los estándares internacionales. Observaron que, aunque los NRD son inferiores en la mayoría de los pacientes indicando una exposición a menor de dosis de radiación con respecto a las guías europeas, se garantizaron imágenes de aceptable calidad.

Debido a la incertidumbre en la entrega de la dosis nominal por la TC, varios organismos internacionales buscan determinar descriptores de dosis más precisos con la finalidad de que estos sean aplicados adecuadamente como herramienta fundamental dentro de un programa de control de calidad que permita la evaluación y optimización de las dosis administradas a los pacientes según la tarea clínica deseada. Por lo tanto, el propósito del presente trabajo es evaluar los valores típicos de los descriptores dosimétricos CTDIvol y DLP para tomografías computarizadas en las áreas craneales, torácicas y abdominales en pacientes adultos y pediátricos y compararlos con estudios similares con el objetivo de contribuir con los estudios nacionales y establecer un NRD conforme con la población.

Materiales y métodos

El estudio fue de enfoque cuantitativo, de tipo observacional y analítico

La población y muestra se conformó de la siguiente manera: se realizaron un total de 108 exámenes tomográficos, incluidos 64 estudios en pacientes adultos, 23 en sexo masculino y 41 en sexo femenino, ambos entre las edades de 18 a 87 años, además de 44 estudios en pacientes pediátricos, comprendido entre los 3 a 16 años. Dichos estudios fueron llevados a cabo en un Centro Oncológico de la ciudad de Lima durante el periodo del 2021-2022.

Se empleó como instrumento de medición un tomógrafo computarizado marca Canon Medical Sistemas del modelo CT03S y el software DICOM del sistema PACS.

Los estudios fueron adquiridos siguiendo los protocolos respectivos del centro oncológico para cada área de análisis. Los parámetros de adquisición de las tomografías, bajo modalidad helicoidal, fueron obtenidos del monitor principal modificando las variables pitch, kV, mA y número de serie. Los cálculos de los parámetros dosimétricos de interés (DLP y CTDIvol) se obtuvieron luego de recibir el informe de dosis entregado por el equipo, los cuales se recolectaron posteriormente en una hoja de Excel.

Resultados

La distribución de los datos para cada tipo de estudio, agrupado en las categorías “adultos” y “pediátricos”, se muestran a continuación en las tablas 1 y 2, respectivamente. En ambas tablas se clasifican en términos de corriente del tubo (mA), tensión del tubo (kV), camilla Pitch, número de series y de las magnitudes dosimétricas tales como: CTDIvol y DLP.

Las tablas 3 y 4 muestran una comparación entre la mediana (p(50)) de los parámetros dosimétricos (CTDIvol y DLP) obtenidos en las diferentes regiones anatómicas y los valores referenciales conseguidas de múltiples investigaciones.

Discusión

El objetivo del estudio fue determinar los valores típicos mediante los indicadores CTDIvol y DLP para tomografías de cabeza, tórax y abdomen en pacientes adultos y pediátricos. Según lo obtenido en la Tabla 3, los valores de las medianas CTDIvol y DLP superaron los valores referenciales de TC de cabeza en 47,92 % y 90,07 %, correspondientemente. En TC

Tabla 1. Datos recolectados de los parámetros y magnitudes de la tomografía computarizada en pacientes adultos.

	Cabeza	Tórax	Abdomen completo
Contraste	Sí - No	Sí - No	Sí - No
CTDI_{vol}	56,31 – 112,33	7 - 18,42	3,6 – 112,33
DLP	1166,86- 2430,31	285,72 - 1001,5	142,86 – 2430
mA	190 - 350	239 - 400	200 - 400
Kv	120	100 - 120	120
Pich	0,53	1,38	1,38

Tabla 2. Datos recolectados de los parámetros y magnitudes de la tomografía computarizada en pacientes pediátricos.

	Cabeza	Tórax	Abdomen completo
Contraste	Sí - No	Sí - No	Sí - No
CTDI_{vol}	6,16 – 132,95	2,75 – 13,3	3,32 - 14,88
DLP	1382,4 – 3059,05	79,6 – 1289,88	2 – 562,83
mA	200-364	192 – 400	250
Kv	120	120	120
Pich	0,53	1,38	1,38

Tabla 3. Índice de dosis en la tomografía computarizada (CTDI_{vol}) y Producto dosis longitud (DLP) medidos y referencial de otras organizaciones para pacientes adultos.

Región anatómica	CTDI _{vol} (mGy)		DLP (mGy.cm)	
	p(50)	Valor Referencial	p(50)	Valor Referencial
Cabeza	88,75	60 (13)	1995,8	1050 (14)
Tórax	11,1	13,54 (10)	467,1	391 (15)
Abdomen Completo	32,6	15,41 (10)	888	983 (15)

torácico, el CTDI_{vol} fue un 18,02 % menor que su valor referencial, mientras que el DLP superó a su similar referencial en 19,46 %. En TC abdominal, el CTDI_{vol} superó al valor referencial en 111,55 %; sin embargo, el DLP obtuvo un valor ligeramente inferior en 9,66 % con respecto a su valor referencial. Esto indicó que los pacientes adultos recibieron índices de dosis por TC y DLP superiores e inferiores en comparación a los niveles de referencia establecidos.

En cuanto a los pacientes pediátricos, en la Tabla 4, los valores de CTDI_{vol} durante la TC torácica y abdominal, así como el DLP en TC abdominal, mostraron estar dentro de los valores referenciales, independientemente de la edad^{16,17,18}; no obstante, el DLP en la región torácica obtuvo un valor mayor en 99,21 % en comparación con el promedio de los valores referenciales de todas las edades. En relación con la TC en cabeza, el CTDI_{vol} obtenido registró un 96,12 % por encima del promedio de

Tabla 4. Índice de dosis en la tomografía computarizada (CTDI_{vol}) y Producto dosis longitud (DLP) medidos y referencial de otras organizaciones para pacientes pediátricos.

Región anatómica	p(50)	Valor Referencial	p(50)	Valor Referencial
Cabeza	98,65		2159,45	
Cabeza < 5 años		38 (16)		505 (16)
Cabeza < 10 años		53 (16)		700 (16)
Cabeza < 15 años		60 (16)		900 (16)
Tórax	7,40		328,7	
Tórax < 5 años		5,6 (16)		115 (16)
Tórax < 10 años		5,7 (16)		180 (16)
Tórax < 15 años		6,9 (16)		200 (16)
Abdomen Completo	5,4		255,51	
Abdomen < 5 años		5,7 (16)		170 (16)
Abdomen < 10 años		7 (16)		290 (16)
Abdomen < 15 años		14 (16)		580 (16)

CTDIvol que recibieron los niños hasta los 15 años en otros estudios y un DLP mayor en 207,76 %, con respecto a su análogo, resultando en valores extremadamente altos para su edad biológica.

La significativa diferencia en los parámetros dosimétricos y, por lo tanto, en la entrega de dosis, se debió a una serie de factores, muy probablemente relacionados con una longitud de exploración mayor “pitch”, lo que resulta en una menor resolución espacial procediendo a una administración de mayores dosis, la incorrecta posición del gantry durante la TC, el movimiento involuntario de los pacientes¹⁹ y la falta de consideración precisa del tamaño de los fantasmas en la región de exploración²⁰, lo que en consecuencia, podría tener un grave impacto en términos de riesgos radiobiológicos. Para ambos grupos etarios, una dosis de radiación aproximadamente de 50 mGy en el CTDIvol aumenta el riesgo de leucemia en un factor 3, y una dosis de radiación cercana a 60 mGy en el CTDIvol aumenta el riesgo de tumores cerebrales en un factor 3²¹. De manera similar, una dosis acumulada de irradiación en la región abdominal, entre 15 Gy a 20 Gy, puede resultar letal en el revestimiento epitelial del intestino delgado de todos los pacientes²². Aunque el riesgo en pacientes pediátricos sometidos en TC abdominal, craneal y torácica sea baja, esto aumenta la probabilidad de inducir un tipo de cáncer a largo plazo²³.

Conclusiones

En base a los valores obtenidos y de acuerdo los valores referenciales de las diferentes investigaciones, es notorio la discordancia en la entrega de la dosis nominal, parametrizada por los índices dosimétricos del TC, y la dosis recibida por los pacientes, por lo que es necesario resaltar que el servicio de radiodiagnóstico del centro oncológico, en cuestión, carece de un adecuado protocolo de radioprotección hacia los pacientes durante los estudios de tomografía computarizada en cabeza, tórax y abdomen.

Se recomienda llevar a cabo investigaciones en conjunto con otros equipos de tomografía computarizada bajo los mismos parámetros dosimétricos en el centro oncológico mencionado para contribuir con un NRD más sofisticado, que permitirá optimizar y monitorizar la dosis en los pacientes. Se propone extender el estudio a más áreas anatómicas y comparar los hallazgos con otras instituciones, que realicen tomografías computarizadas, con el objetivo de crear una base de datos que recopile información de valores de referencia de dosis a nivel nacional. Así mismo, se sugiere considerar todas las medidas antropométricas necesarias con respecto a la edad biológica del paciente, como recomienda la ICRP y las guías europeas, para proveer un valor estándar ajustado a criterios específicos.

Referencias bibliográficas

- Cadavid L, Poveda J, Palacio M, Gonzáles J y Saldarriaga M. Niveles de referencia de dosis de radiación para la toma de imágenes en pediatría, Rev. Colomb. Rad. 2020; 31(2): 5328-34.
- Ortiz M, Olmos I, Olvera A. Obtención de imágenes médicas digitales y la computación, Elementos. 2015; 98: 53-60.
- Huérffano Y, Vera M, Del Mar A, Chacón J, Vera M, Bautista N et al., Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica. 2016; 35(3)
- García D, García C. Anna Bertha Roentgen (1833-1919): La mujer detrás del hombre, Rev. Chil. Radiol. 2005; 11(4): 179-181.
- Calzado A, Geleijns J. Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones, Rev Fis Med. 2010; 11(3): 163-180.
- American Cancer Society. Riesgos de la radiación relacionados con los estudios por imágenes. [Internet]. [Consultado 12 Mayo 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/diagnostico-y-etapa-del-cancer/pruebas-estudios-por-imagenes/riesgos-de-la-radiacion-asociados-con-los-estudios-por-imagenes.html#:~:text=Las%20dosis%20bajas%20de%20radiaci%C3%B3n,este%20riesgo%20en%20forma%20objetiva>.
- García I, Herrera L. Descripción de los niveles de índice de dosis en tomografía computarizada (CTDI) en estudios de tórax realizados en un hospital de nivel IV entre marzo-agosto 2020. [Tesis para optar título profesional]. Facultad de Medicina, Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2023.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. Justificación y optimización. [Internet]. [Consultado 17 de Mayo 2024]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-los-pacientes/recursos/normas-internacionales-de-seguridad/justificacion-y-optimizacion>
- Vañó E, Fernández J, Sánchez R, Morón J. Niveles de referencia d dosis en radiología intervencionista, Radiología. 2013; 55(S2): 17-24.
- Allende F, Lobos V, Zúñiga A. Corrección de índice de dosis en tomografía computarizada por parámetro de diámetro efectivo según reporte 204 de la Asociación Americana de Físicos Médicos, Rev. Chil. Radiol. 2016; 22(2): 61-69.
- Ecobedo A, González C. Tomografía computada: grandes beneficios con gran responsabilidad, Acta Med GA. 2023; 21(S1): 88-93.
- Gómez F, Rodríguez Y. Importancia del índice de dosis en tomografía computarizada (CTDI) para la protección radiológica de los pacientes sometidos a estudios tomográficos, Rep. Cient. FACEN. 2018; 9(1).
- Pantos I, Thalassinou S, Argentos S, Kelekis N, Panayiotakis G, Efstathopoulos E. Adult patient radition doses from non-cardiac CT examination: a review of published results, Br J Radiol. 2011; 84(1000): 293-303.
- Moscoso J, Guzmán C, Acosta N, Lozada I, Kodlulovich S. Evaluación de dosis mediante descriptores en tomografía computarizada para pacientes adultos y pediátricos. J Health Med Sci. 2018;4(2):87-92.
- Reyes Y, Santamarina M, 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, Rev. Chil. Radiol. 2022; 28(3).
- ACR-AAPM-SPR Practice parameter for diagnostic reference levels and achievable doses in medical X-ray imaging. 2023, [Consultado 3 Junio 2024]. <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/diag-ref-levels.pdf?la=en>
- Aubert B, Biau A, Derreumaux S, Etard C, Rannou A, Rehel J et al., Protection radiologique en médecine. Publication 105 ICRP; 2011. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/042/49042115.pdf
- Khong P, Frush D, Ringertz H. Radiological protection in paediatric computed tomography, Ann ICRP. 2012; 41(3-4): 170-178.

19. Sánchez 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. [Tesis para optar título profesional]. Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.
20. Henriquez R, Quiñones J, Villacorta F. Determinación de los valores típicos de niveles de referencia de dosis, en estudios tomográficos de cráneo en pacientes adultos, de un hospital nivel III. [Tesis para optar título profesional]. Facultad de Medicina, Universidad Cayetano Heredia; 2024.
21. Pearce M, Salotti J, Little M, McHugh K, Lee C, Kim K, Howe N et al., Radiation exposure from CT scans in Childhood and Subsequent Risk of Leukaemia and Brain Tumours: A Retrospective Cohort Study, *Lancet Lond. Engl.* 2012; 4(380): 499-505.
22. Puerta J, Morales J. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, Suplemento de Radioprotección. 2020; 27(S1): 61-71.
23. Ministerio de Sanidad, Servicios e Igualdad. Comunicando los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico [Internet]. España; 2016 [Consultado 27 Mayo 2024]. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272341/9789241510349-spa.pdf?sequence=1>