

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Médicas

Especialización en Imagenología

**Dosis acumulada de radiación en tomografía computarizada en pacientes
atendidos en el Hospital Vicente Corral Moscoso, Cuenca, año 2019**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Especialista
en Imagenología

Autor:

Adriana Sofía Amaya Ortega

Director:

Oclides Torres Portelles

ORCID:  0009-0001-8441-6980

Cuenca, Ecuador

2023-04-05

Resumen

Antecedentes: la tomografía axial computarizada es un estudio diagnóstico de imagen ampliamente utilizado durante los últimos años por su alta especificidad, sin embargo, la exposición a la radiación ionizante ha generado controversias en el personal médico por los posibles daños o mutaciones que este pudiese causar en el tejido.

Objetivo: determinar la dosis de radiación en tomografía computarizada en pacientes atendidos en el Hospital Vicente Corral Moscoso durante el año 2019.

Materiales y métodos: se trata de un estudio retrospectivo de cohorte transversal. Se incluyeron 296 expedientes clínicos de pacientes que cumplieron los criterios de inclusión. La información fue analizada mediante el programa estadístico SPSS versión 15.0, aplicándose estadística descriptiva.

Resultados: 72% de pacientes se realizaron tomografías simples y 49.3% contrastadas. Las regiones anatómicas más estudiadas fueron las estructuras de cabeza y cuello con 65.9%. El 90.9% de los casos que se realizaron TC simple y contrastada, la dosis efectiva de radiación fue baja (0-50 mSV); en las personas en las que se efectuó solo TC simple, en el 4.4% se categorizó como riesgo medio y un 2.4% alto; y en los participantes que se sometieron a TC contrastada, el 2.7% y 2% se consideraron como riesgo medio y alto respectivamente. Según la radiación acumulada, 81.4% presentaron riesgo bajo; en la TC simple el 8.4% riesgo medio en contraste con 7.4% de la TC contrastada y 4.7% versus 3.7% de riesgo alto en la TC simple y contrastada respectivamente.

Palabras clave: radiación, tomografía computarizada, dosis, efectos.

Abstract

Background: computerized axial tomography is a diagnostic imaging study widely used in recent years due to its high specificity, however, exposure to ionizing radiation has generated controversy among medical personnel due to possible damage or mutations that it could cause in the tissue.

Objective: to determine the radiation dose in computed tomography in patients treated at the Vicente Corral Moscoso Hospital during the year 2019.

Materials and methods: this is a retrospective cross-sectional cohort study. 296 clinical records of patients who met the inclusion criteria were included. The information was analyzed using the statistical program SPSS version 15.0, applying descriptive statistics.

Results: 72% of patients underwent simple tomographies and 49.3% contrasted. The most studied anatomical regions were the head and neck structures with 65.9%. In 90.9% of the cases that underwent simple and contrast CT, the effective dose of radiation was low (0-50 mSV); in the people in whom only a simple CT was performed, 4.4% were categorized as medium risk and 2.4% high; and in participants who underwent contrast-enhanced CT, 2.7% and 2% were considered medium and high risk respectively. According to the accumulated radiation, 81.4% presented low risk; in simple CT 8.4% medium risk in contrast to 7.4% in contrast-enhanced CT and 4.7% versus 3.7% high risk in simple and contrast-enhanced CT respectively.

Keywords: radiation, computed tomography, dose, effects.

Índice de contenido

Resumen	2
Abstract.....	3
Índice de contenido	4
Índice de tablas.....	5
Introducción	6
Materiales y métodos.....	8
Resultados.....	9
Discusión	12
Conclusiones y recomendaciones.....	14
Referencias.....	15

Índice de tablas

Tabla 1..... 9
Tabla 2..... 9
Tabla 3..... 10
Tabla 4..... 10
Tabla 5..... 11

Introducción

Se denomina radiación ionizante a aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo electrones de sus estados ligados al átomo; pueden provenir de sustancias radiactivas, o ser emitidas de forma espontánea, natural o de fuentes que se encuentran en la corteza terráquea como el sol o rocas, o por generadores artificiales de rayos X, o de ciertos materiales radiactivos liberados desde hospitales o de plantas asociadas a la energía nuclear y las de carbón. Las radiaciones ionizantes interactúan con la materia viva produciendo diversos efectos sobre la salud del ser humano (1,2).

Los efectos perjudiciales de la radiación ionizante sobre la salud humana son diversos y abarcan desde lesiones cancerígenas, defectos de nacimiento y trastornos hereditarios que aparecen meses, años o decenios después de la exposición; la naturaleza, frecuencia y gravedad de estos efectos dependen de la radiación en cuestión, así como de la dosis y condiciones. La mayoría de esos efectos exigen niveles relativamente altos de exposición como las que se pueden encontrar en pacientes sometidos a radioterapia u otras personas que recibieron irradiaciones intensas o continuas. En cambio se supone que los efectos genotóxicos y cancerígenos de la radiación ionizante aumentan en frecuencia, sin umbral de la dosis; por consiguiente, se supone que la repetitividad aumenta con cualquier nivel de exposición (3,4).

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes se pueden clasificar en estocásticos y determinísticos (5,6). Los efectos estocásticos son eventos probabilísticos, no tienen un umbral y su probabilidad de ocurrencia aumenta con la dosis, se consideran graves, equivalentes a un evento fatal. Se producen por daño al ADN (mutación en un oncogén o en un gen supresor de tumores), el cual puede derivar en la producción de cáncer o teratogénesis. Los efectos determinísticos, son aquellos cuya frecuencia y gravedad dependen de la dosis y tienen un umbral por debajo del cual no se observan (a nivel clínico), en estos casos se produce la muerte de una cantidad de células tal que no puede ser compensada por la proliferación de células sobrevivientes y viables (7).

Los estudios imagenológicos y de medicina nuclear, sustentados como importantes avances tecnológicos; han impactado de manera positiva en el cuidado del paciente, no obstante, pese a sus ventajas comprobadas también han planteado diversas interrogantes sobre los riesgos oncológicos tras exponer a una persona a la radiación. En este contexto, los autores han enfatizado un nulo o escaso conocimiento del efecto real de las dosis de radiación y los riesgos de los exámenes radiológicos, hechos que han sembrado dudas no solo de los

pacientes sino de la comunidad científica respecto a los riesgos del exceso de radiación, y aún en la actualidad éstas interrogantes no han podido ser solventadas (8–10).

La tomografía computarizada (TC) es un estudio complejo de diagnóstico por imagen, producto de la evolución tecnológica, la cual permite mediante rayos X la obtención de imágenes diagnósticas o para el seguimiento de diversas afecciones médicas, sin embargo, se han planteado dudas razonables sobre el riesgo de padecer alguna enfermedad oncológica consecuenta a la exposición de rayos X, por ello la necesidad emergente de que los tecnólogos o personal médico se encuentren lo suficientemente capacitados para encontrar un equilibrio entre optimización de la dosis de radiación y la calidad de imagen, pues los estudios de imagen utilizados en el diagnóstico médico deben ser un complemento a la historia clínica del paciente, aunque en la realidad en varios casos se utilizan de forma arbitraria, es decir, sin justificación clínica evidente (5,11).

Cada año se realizan en el mundo más de 3600 millones de pruebas diagnósticas radiológicas, 37 millones de pruebas de medicina nuclear y 7,5 millones de tratamientos con radioterapia (12). Según datos estadísticos en Australia se han realizado 64.35 tomografías por cada 1000 habitantes, en Estados Unidos se realizaron 42.64, en Canadá 15.28, en España se realizaron 18.26, en Italia 34.29; y a nivel de Latinoamérica, en México 61.20 y en Chile 24.27 por cada 1000 personas (13). En los países desarrollados, más del 10% de los procedimientos radiológicos de diagnóstico son exámenes por TC. En los Estados Unidos, por ejemplo, se realizan en total 60 millones de tomografías (incluyendo todos los grupos etarios) y, de estas, 7 millones corresponden a la población pediátrica (14,15).

Ante lo expuesto, tomando en consideración que la tomografía es un examen imagenológico de gran aplicabilidad en la vida diaria, ha surgido la interrogante sobre el riesgo a padecer cáncer tras la exposición al estudio, el cual es el principal motivo de preocupación de los pacientes sometidos a tomografía debido a la radiación ionizante, sin embargo, el informe BEIR VII realizado por el Comité de Academias Nacionales reveló que existe un aumento de riesgo de 1% de desarrollar una patología oncológica al exponerse a 100 mSv de radiación, lo que equivale a 5000 radiografías estándar de tórax o 12 tomografías de abdomen (16).

Por lo expuesto anteriormente el objetivo de la presente investigación es determinar la dosis acumulada en pacientes que se realizaron una tomografía computarizada en el Hospital Vicente Corral Moscoso durante el año 2019 a fin de analizar la situación real de la problemática previamente expuesta.

Materiales y métodos

Esta investigación corresponde a un estudio descriptivo, transversal. Se incluyeron 296 expedientes clínicos de pacientes adultos sometidos a tomografía computarizada en el Hospital Vicente Corral Moscoso en la ciudad de Cuenca durante el año 2019. La muestra se calculó según las siguientes restricciones muestrales: la proporción esperada de dosis de radiación acumulada de tomografía computada fue del 26% en otra investigación (24), y en base a un nivel de confianza del 95% y un 5% de error. Para la selección de unidades muestrales se utilizó un muestreo aleatorio simple mediante Epidat 3.1.

La información fue recolectada a través de un formulario que incluía características sociodemográficas de los participantes y toda la información referente a las variables tomográficas planteadas en los objetivos. La información se analizó mediante el programa IBM SPSS versión 15.0, aplicando la estadística descriptiva. La información se presentó mediante tablas personalizadas.

Resultados

Se revisaron 296 expedientes clínicos, el 33.1% fueron adultos seguidos de un 32.1% y 30.7% de adultos mayores y jóvenes respectivamente; en cuanto al sexo, 6 de cada 10 eran hombres (tabla 1).

Tabla 1: Características socio-demográficas, Cuenca, 2019.

		f (296)	% (100)
Edad ¹ (años)	18 a 19	12	4.1
	20 a 39	91	30.7
	40 a 64	98	33.1
	≥65	95	32.1
Sexo	Hombre	159	53.7
	Mujer	137	46.3

¹ Edad: media 51.64 ± 22.03 años

El 72% de pacientes se realizaron tomografías simples, no obstante, es importante subrayar que varios pacientes se realizaron una o más tomografías (TC) de este tipo; por su parte, al 49.3% se efectuaron TC contrastadas, con la misma peculiaridad de repetitividad de las TC simples (tabla 2).

Tabla 2: Tipo de tomografía, Cuenca, 2019.

		f (296)	% (100)
Tomografía Simple	Si	213	72.0
	No	83	28.0
Tomografía Contrastada	Si	146	49.3
	No	150	50.7

*Nota: varios pacientes se realizaron ambos tipos de tomografía durante el periodo de estudio

Las regiones anatómicas más estudiadas fueron las estructuras de cabeza y cuello con 7 de cada 10 pacientes, seguidos de tórax, abdomen y pelvis con 3 de cada 10 estudios tomográficos; no obstante en menor cuantía también se realizaron análisis de tomografía de extremidades, columna y angio TC (tabla 3).

Tabla 3: Región anatómica estudiada, Cuenca, 2019.

		f (296)	% (100)
Cráneo y Cuello	Sí	195	65.9
	No	101	34.1
Tórax	Si	102	34.5
	No	194	65.5
Abdomen	Sí	109	36.8
	No	187	63.2
Pelvis	SI	41	13.9
	No	255	86.1
Otros	Angio TC ¹ de miembros Inferiores	3	1.0
	Angio TC ¹ de coronarias	3	1.0
	Extremidades	6	2.0
	Columna	8	2.7
	Otras (cráneo, cuellos, tórax, abdomen o pelvis)	276	93.2

¹TC: Tomografía

En la mayoría de los casos que se realizaron TC simple y contrastada, en el 90.9% de los casos la dosis efectiva de radiación fue baja (0-50 mSv); en las personas a las que se efectuó la TC simple, en el 4.4% se categorizó como riesgo medio y un 2.4% alto; y en los participantes que se sometieron a TC contrastada, el 2.7% y 2% respectivamente se consideraron como riesgo medio y alto (tabla 4).

Tabla 4: Dosis efectiva de radiación según tomografía simple y/o contrastada, Cuenca, 2019.

		Tomografía Simple					
		Si		No		Total	
		f	%	f	%	f	%
Dosis efectiva de radiación (mSv)	0-50 (bajo)	193	65.2	76	25.7	269	90.9
	50.01 a 100 (medio)	13	4.4	4	1.4	17	5.7
	>100 (alto)	7	2.4	3	1.0	10	3.4
	Total	213	72.0	83	28.0	296	100
		Tomografía Contrastada					
		Si		No		Total	
		f	%	f	%	f	%
Dosis efectiva de radiación (mSv)	0-50 (bajo)	132	44.6	137	46.3	269	90.9
	50.01 a 100 (medio)	8	2.7	9	3.0	17	5.7
	>100 (alto)	6	2.0	4	1.4	10	3.4
	Total	146	49.3	150	50.7	296	100

Dosis efectiva de radiación: media 21.30 ±34.9 mSv

*Nota: varios pacientes se realizaron ambos tipos de tomografía durante el periodo de estudio

En cuanto a la dosis de radiación acumulada, 8 de cada 10 pacientes presentaron riesgo bajo; en la TC simple, el 8.4% riesgo medio en contraste con 7.4% de la TC contrastada y 4.7% versus 3.7% de riesgo alto en la TC simple y contrastada respectivamente (tabla 5).

Tabla 5: Dosis de radiación acumulada según tomografía simple y/o contrastada, Cuenca, 2019.

		Tomografía Simple					
		Si		No		Total	
		f	%	f	%	f	%
Dosis de radiación acumulada (mSv)	0-50 (bajo)	174	58.8	67	22.6	241	81.4
	50.01 a 100 (medio)	25	8.4	10	3.4	35	11.8
	>100 (alto)	14	4.7	6	2.0	20	6.8
	Total	213	72.0	83	28.0	296	100
		Tomografía Contrastada					
		Si		No		Total	
		f	%	f	%	f	%
Dosis de radiación Acumulada (mSv)	0-50 (bajo)	113	38.2	128	43.2	241	81.4
	50.01 a 100 (medio)	22	7.4	13	4.4	35	11.8
	>100 (alto)	11	3.7	9	3.0	20	6.8
	Total	146	49.3	150	50.7	296	100

Dosis de radiación acumulada: media 31.55 ±45.57 mSv

*Nota: varios pacientes se realizaron ambos tipos de tomografía durante el periodo de estudio

Discusión

El uso de la tomografía computarizada (TC) para fines diagnósticos ha aumentado de forma exponencial tras los avances tecnológicos de los últimos años, convirtiéndose en una fuente importante de radiación para la población general, por lo que la exposición repetida de radiación asociada al seguimiento a patologías de base pueden representar valores importantes de radiación en ciertas personas, por lo que es indispensable que los profesionales de salud soliciten únicamente los estudios de imagen estrictamente necesarios y que representen un potencial beneficio a los pacientes (17,18)

En esta investigación se analizaron 296 expedientes clínicos de pacientes que se realizaron tomografías en el Hospital Vicente Corral Moscoso durante el año 2019, el grupo etario entre 40 a 64 años fue el más relevante, seguido de los adultos mayores en un 33.1% y 31.2% respectivamente; además el sexo masculino se presentó en mayor cuantía (53.7%).

De acuerdo al tipo de tomografía que se realizaron los pacientes, se identificó el 72% de personas se realizaron la TC simple, sin embargo, es importante señalar que los participantes fueron sometidos a uno o varios estudios durante el periodo de estudio; la TC contrastada se evidenció en un 49.3%; datos similares fueron referidos por Saeed y Almalki (19) donde 69.4% de los participantes de su estudio se realizaron TC simple, la TC contrastada se aplicó únicamente en casos que los pacientes ameritaban dicho examen, a fin de disminuir la exposición, pues a decir de los autores el riesgo de cáncer por radiación tomográfica contrastada se eleva hasta un 0.16% en contraste con la simple de 0.02%.

En cuanto a la región anatómica estudiada mediante TC predominó el análisis de cráneo y cuello con 65,9%, seguidos de abdomen y tórax en 36.8% y 34.5% respectivamente, en menor cuantía se identificó la realización de Angio TC y angio de coronarias. Al respecto, Stopsack et al., (20) en su estudio retrospectivo donde se indagaron y analizaron los reportes tomográficos durante un periodo de 10 años en una institución de salud en Estados Unidos, identificando un total de 107.961 casos, concluyendo que la TC de abdomen, pelvis, cabeza y tórax fueron las de mayor incidencia, cuyas principales indicaciones fueron las estadificaciones de patologías oncológicas; los autores indicaron que 200 pacientes fueron sometidos a estudios tomográficos con altas dosis de radiación, aunque la solicitud TC estaba justificada en el 70.5% de pacientes que requerían reestadificación de cánceres sólidos y linfomas, dolor abdominal, infección, cálculos renales, dolor torácico, embolia y seguimientos a nódulos o masas (20).

Por fortuna en el presente estudio se observó que el 90.9% de pacientes, la dosis efectiva de radiación fue baja, sin embargo, en un 4.4% y 2.7% de personas que se realizaron TC simple y TC contrastada, respectivamente, las cifras de exposición fueron de 50.01 a 100 mSv, traduciéndose con un riesgo medio, igualmente un 3.4% en ambos estudios tomográficos se consideraron con riesgo alto (>100). Courtis et al., (21) en Argentina, año 2020, plantearon en su estudio dosis efectivas ínfimas con la utilización de nuevas tecnologías o equipos de última generación, que con los nuevos equipos las dosis oscilaban entre 3.4 mSv y 6.7 mSv, valores ínfimos en relación a equipos relativamente antiguos de más de 10 años de fabricación, donde se observaron 14.2 mSv y 18.2 mSv.

Lahham et al., (22) en su investigación realizada en Palestina, con 200 pacientes con diagnóstico de cáncer mamario que se sometieron a TC simple, revelaron una dosis efectiva entre 3 y 14.7 mSv. La relevancia clínica de la dosis efectiva se explica por el hecho de que la exposición a radiación ionizante de la TC, conlleva un riesgo potencial para la inducción al cáncer dependiendo de la dosis, por lo que la utilidad clínica debe ser balanceada contra la exposición a radiación que se produce, así como también se debe optimizar los recursos diagnósticos y terapéuticos, no sin priorizar la menor cantidad posible de radiación recibida (20). Obando et al., (17) en España, en su investigación con un total de 29 pacientes sometidos a TC contratada con filtro de estaño y detector de circuito de alta resolución, evidenciaron una dosis de exposición entre 13 a 58 mSv. Lahham et al., (23) realizó un estudio con 120 participantes sometidos a tomografía abdominal, tanto simple como contrastada, donde se evidenció cifras entre 2 a 10mSv de dosis efectiva.

Otro parámetro estudiado en esta investigación fue la dosis de radiación acumulada, en la que 4.7% y 3.7% presentaron una dosis de radiación alta en TC simple y contrastada respectivamente, sin embargo, en ambos casos predominó la dosis entre 0 a 50 mSv. Stopsack et al., (20) tras 10 años de exposición en varias ocasiones revelaron que el 32.7% fueron sometido a dosis que oscilaron entre 0,1mSv a 24.9mSv, mientras que apenas 1.9% a cifras superiores de 100mSv, estos datos se obtuvieron de forma conjunta en tomografías simples y contrastadas.

La tomografía computarizada juega un papel indispensable en la medicina moderna y su desarrollo, sin embargo, es fundamental analizar los cambios que pueden originar en el tejido vivo, tanto en pulmón, hígado, corazón, tejidos blandos, músculo y vasos sanguíneos (22), el procedimiento de dosis alta puede representar un 32% de riesgo de padecer una enfermedad oncológica en pacientes que se han realizado más de 5 estudios en los últimos tres años (18).

Conclusiones y recomendaciones

De los 296 pacientes que se incluyeron en la investigación, se identificó que el 72% de los pacientes se realizaron tomografías simples y 49.3% contrastadas. Las regiones anatómicas más estudiadas fueron las estructuras de cabeza y cuello con el 65.9%. El 90.9% de los casos que se realizaron TC simple y contrastada, la dosis efectiva de radiación fue en el rango bajo (0-50 mSV); en aquellos en los que se efectuó solo TC simple, en el 4.4% se categorizó como riesgo medio y un 2.4% alto; y en los pacientes que se sometieron a TC contrastada, el 2.7% y 2% estuvieron en el rango de riesgo medio y alto respectivamente. Según la radiación acumulada, 81.4% presentaron riesgo bajo; en la TC simple el 8.4% riesgo medio en contraste con 7.4% de la TC contrastada y 4.7% versus 3.7% de riesgo alto en la TC simple y contrastada respectivamente.

En la actualidad las tomografías forman parte del protocolo de la evaluación inicial del paciente, independientemente de su patología, sabemos que tanto la población en general como cierto porcentaje del personal de salud desconocen sobre los riesgos y efectos de la radiación ionizante constante, con estos datos obtenidos en el estudio es importante recalcar que si bien la mayoría obtuvo un riesgo bajo de radiación pero con estudios repetitivos que en ocasiones no tenían gran variabilidad con respecto al estudio previo realizado. Se debe concientizar sobre los estudios que clínicamente no amerite realizarlo en un intervalo corto de tiempo si ya cuenta con un estudio previo, para así lograr una mejor calidad de hospitalización e incluso optimizar recursos de la casa de salud.

Referencias

1. Gallego Díaz EF. Las radiaciones ionizantes: una realidad cotidiana. En: Comunicaciones de la 19ª Jornada Técnica SESA sobre Radiaciones Ionizantes y Salud [Internet]. España: E.T.S.I. Industriales (UPM); 2010 [citado 19 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://oa.upm.es/9751/>
2. Cherry RN. RADIACIONES IONIZANTES. :46.
3. Cascón A. Riesgos asociados con las radiaciones ionizantes. REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA. 2009;77:7.
4. Foray N, Bourguignon M, Hamada N. Individual response to ionizing radiation. Mutation Research/Reviews in Mutation Research. 1 de octubre de 2016;770:369-86.
5. Seeram E, Boada J. Computed Tomography: A Technical Review. Radiol Technol. 2019;89(3):12-79.
6. Rastogi S, Singh R, Borse R, Valkovic Zujic P, Segota D, Diklic A, et al. Use of Multiphase CT Protocols in 18 Countries: Appropriateness and Radiation Doses. Can Assoc Radiol J. agosto de 2021;72(3):381-7.
7. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [citado 4 de julio de 2020]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0120563320300061?token=421AFCD2D22B13B426A2EBE15F2276EAF2F918112CAF7DD4D60CF7AD1DD1B42B33FC6572BCBF16713065CB42B365B140>
8. Flohr T, Petersilka M, Henning A, Ulzheimer S, Ferda J, Schmidt B. Photon-counting CT review. Phys Med. noviembre de 2020;79:126-36.
9. LaBounty TM. Reducing Radiation Dose in Coronary Computed Tomography Angiography: We Are Not There Yet. JACC Cardiovasc Imaging. febrero de 2020;13(2 Pt 1):435-6.
10. Pulachet AM, Mombiola RM, Folgado PD. ¿SABEMOS LOS RIEGOS DE LA RADIACIÓN? UN ANÁLISIS EN NUESTRO CENTRO. Seram [Internet]. 22 de noviembre de 2018 [citado 12 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/518>

11. Atlı E, Uyanık SA, Öğüşlü U, Çevik Cenkeri H, Yılmaz B, Gümüş B. Radiation doses from head, neck, chest and abdominal CT examinations: an institutional dose report. *Diagn Interv Radiol*. enero de 2021;27(1):147-51.
12. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección [Internet]. [citado 4 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>
13. Tomografía computarizada: tasa de exploraciones 2017 [Internet]. Statista. [citado 5 de julio de 2020]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/636198/tasa-de-exploraciones-por-tomografia-computarizada-por-paises/>
14. Calzado Cantera A, Hernández-Girón I, Salvadó Artells M, Rodríguez González R. Estado actual y tendencia en el desarrollo tecnológico para la reducción de dosis en los equipos de tomografía computarizada. *Radiología*. 1 de diciembre de 2013;55:9-16.
15. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en tomografía computada. *Revista Argentina de Radiología*. julio de 2014;78(3):156-60.
16. Paolicchi F, Faggioni L, Bastiani L, Molinaro S, Caramella D, Bartolozzi C. Real practice radiation dose and dosimetric impact of radiological staff training in body CT examinations. *Insights Imaging*. 2018;4(2):239-44.
17. Obando CAD, Martínez JM, Sánchez AB, Garrigós EG, Matilla MS, Jiménez JJA. IMPACTO DEL EMPLEO DE UN NUEVO MODELO DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA DOSIS DE RADIACIÓN EN TC TORÁCICA.: RESULTADOS PRELIMINARES EN UNA SERIE DE 29 PACIENTES. *Seram* [Internet]. 22 de noviembre de 2018 [citado 14 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/2907>
18. Novoa Ferro M, Santos Armentia E, Silva Priegue N, Jurado Basildo C, Sepúlveda Villegas CA, Sánchez-Gracián CD. La tomografía computarizada de peñascos con dosis ultrabaja, utilizando filtro de estaño, detectores de alta resolución y reconstrucción iterativa, permite una adecuada valoración de las estructuras del peñasco. *Radiología*. 1 de mayo de 2022;64(3):206-13.
19. Saeed MK, Almalki Y. Assessment of computed tomography radiation doses for paediatric head and chest examinations using paediatric phantoms of three different ages. *Radiography*. 1 de mayo de 2021;27(2):332-9.

20. Stopsack KH, Cerhan JR. Cumulative doses of ionizing radiation from computed tomography: a population-based study. Mayo Clin Proc. octubre de 2019;94(10):2011-21.
21. Curtis J. Reducción de la dosis de radiación según el tipo de tecnología utilizada en tomografía computada multicortes cardíaca. Revista de la Federación Argentina de Cardiología. 2020;49(2):63-8.
22. Lahham A, ALMasri H, Kameel S. ESTIMATION OF FEMALE RADIATION DOSES AND BREAST CANCER RISK FROM CHEST CT EXAMINATIONS. Radiat Prot Dosimetry. 1 de junio de 2018;179(4):303-9.
23. Lahham A, ALMasri H. ESTIMATION OF RADIATION DOSES FROM ABDOMINAL COMPUTED TOMOGRAPHY SCANS. Radiat Prot Dosimetry. 1 de diciembre de 2018;182(2):235-40.