



**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE IMAGENOLOGÍA**

**DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE
CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO
MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL "JOSÉ CARRASCO
ARTEAGA" CUENCA, SEPTIEMBRE DEL 2014 - FEBRERO DEL 2015**

Tesis Previa a la Obtención

Del Título de Licenciada y Licenciado en Imagenología

AUTORES:

ANDREA CRISTINA MONTENEGRO CÓRDOVA
HENRY PAÚL TOALÓN IDROVO

DIRECTOR:

LCDO. NELSON RAMIRO ORTIZ SAGBA

ASESOR:

DR. MARCO VINICIO FREIRE ARGUDO

CUENCA - ECUADOR

2014-2015



RESUMEN

La tomografía computarizada multicorte TCM ha permitiendo grandes avances en el diagnóstico no invasivo de varias enfermedades. En la actualidad la mayor parte de la radiación aplicada surge del uso de la TC, seguido de la medicina nuclear y la fluroscopia.

El objetivo de nuestra investigación estuvo en determinar la dosis efectiva en estudios de cráneo, cuello, tórax y abdomen con un Tomógrafo Multicorte de 64 canales en el Hospital "José Carrasco Arteaga" en el catón Cuenca, durante el período de septiembre-febrero del 2014-2015.

Se estudiaron 3129 casos con una media de edad de 48,58 años con el grupo de edad más numeroso en pacientes de 16 años y más con el 90,3%; el sexo más frecuente fue el femenino con el 50,5%. Se estudiaron 4 tipos de procedimientos tomográficos, siendo la de cráneo la más frecuente con el 68,1%, y la de cuello el menos frecuente con el 1%. La dosis efectiva máxima utilizada fue de 21,98mSv en el grupo de 16 años y más y la mínima de 0,38mSv en los estudios de cráneo del mismo grupo.

La dosis efectiva en todas las tomografías sin contraste en el grupo de 16 años y más no superó los niveles de referencia. El valor de la dosis efectiva en todas las tomografías con contraste en el grupo de 16 años y más superó los niveles de referencia. Debido a que no se encontraron niveles de referencia de dosis efectiva para los grupos pediátricos, se estudió la DLP encontrándose niveles superiores en los primeros grupos de edad.

Los resultados adquiridos en el presente trabajo de investigación se difundirán en la revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca y servirá como base de estudio para futuras comparaciones.

PALABRAS CLAVES: EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN, TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA, RADIOBIOLOGÍA, PROTECCIÓN RADIOLÓGICA,



ABSTRACT

Computed tomography allowing TCM has great advances in noninvasive diagnosis of various diseases. At present most of the applied radiation arises from the use of CT, followed by nuclear medicine and fluoroscopy.

The aim of our research was to determine the effective dose in studies of skull, neck, thorax and abdomen with a 64-channel Multislice Tomography in Arteaga's José Carrasco Hospital in Cuenca Cato, during the period from September to February 2014 - 2015.

3129 cases with a mean age of 48.58 years with the largest age group in patients 16 years and older with 90.3% were studied; the most common female sex was 50.5%. 4 types of tomographic methods were studied, being the most frequent with 68.1% skull and neck less frequent with 1%. The maximum effective dose used was 21,98mSv in the group of 16 years or more and the minimum 0,38mSv in studies of the skull of the same group.

The effective dose in all CT without contrast in the group aged 16 and over did not exceed baseline levels. The value of the effective dose in all CT with contrast in the group aged 16 years and over exceeded baseline levels. Because no reference levels effective dose for pediatric groups found, the DLP was studied found higher levels in the first age group.

The results obtained in this research will be disseminated in the Journal of the Faculty of Medicine of the University of Cuenca and study serve as a basis for future comparisons.

KEYWORDS: RADIATION EXPOSURE, CT SCAN, RADIOBIOLOGY, RADIATION PROTECTION.



CONTENIDO

CAPÍTULO I

RESUMEN..... 1
1 INTRODUCCIÓN 14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
1.3 JUSTIFICACIÓN 16

CAPÍTULO II

2.FUNDAMENTO TEÓRICO 18
2.1 Tomografía Computada Multicorte (TCM): 18
2.2 Evolución de la Tomografía:..... 18
2.3 Componentes de un Sistema de Tomografía Multicorte: 19
2.4 Dosimetría de las Radiaciones Ionizantes:..... 21
2.5 Medición de la Dosis de Radiación en TMC: 21
2.6 Radiobiología 24
2.7 Límites de Dosis Establecidos:..... 25
2.8 Efectos de la radiación sobre el ADN y los cromosomas:..... 26

CAPÍTULO III

3 OBJETIVOS..... 32
3.1 Objetivo General. 32
3.2 Objetivo Específico..... 32

CAPÍTULO VI

4 METODOLOGÍA..... 30
4.1 Tipo de Estudio. 30
4.2 Área de Estudio..... 30
4.3 Universo y Muestra. 30
4.4 Criterios de Inclusión..... 31
4.5 Criterios de Exclusión..... 31
4.6 Variables. 31
4.6.1 Operacionalización de las variables. 31
4.7 Métodos Técnicas e instrumentos. 32
4.8 Procedimientos. 33
4.9 Aspectos Éticos..... 33



4.10 Plan de análisis de los resultados.	33
---	----

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS.....	35
5.1 Cumplimiento del estudio.	35
5.1.1 Características generales del estudio	35
5.1.1.1 Edad.	35
5.1.1.2 Sexo.....	40
5.1.1.3 Estudios Tomográficos llevados a cabo.	37
5.1.1.4 Dosis Efectiva (E).....	38
5.1.1.5 Dosis Longitud Producto DLP.	40
5.1.1.6 Análisis comparativo con pruebas de la t de student en dosis efectiva (E).	42
5.1.1.7 Comparación con prueba de la t de Student en Dosis Longitud Producto (DLP). .	43
5.2 Discusión.	46
5.3 Conclusiones y Recomendaciones.....	51
5.3.1 Conclusiones.	51
5.3.2 Recomendaciones.....	52
6 BIBLIOGRAFÍA	53
7 ANEXOS	60



Yo **ANDREA CRISTINA MONTENEGRO CÓRDOVA** , autora de la tesis **“DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL “JOSÉ CARRASCO ARTEAGA” CUENCA, SEPTIEMBRE DEL 2014 - FEBRERO DEL 2015”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciada en Imagenología. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 10 de marzo del 2015

Andrea Cristina Montenegro Córdova

C.I 0105680557



Yo **HENRY PAÚL TOALÓN IDROVO**, autor de la tesis "**DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL "JOSÉ CARRASCO ARTEAGA" CUENCA, SEPTIEMBRE DEL 2014 - FEBRERO DEL 2015**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciado en Imagenología. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 10 de marzo del 2015

Henry Paúl Toalón Idrovo

C. I 1400477269



Yo **ANDREA CRISTINA MONTENEGRO CÓRDOVA**, autora de la tesis **"DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL "JOSÉ CARRASCO ARTEAGA" CUENCA, SEPTIEMBRE DEL 2014 - FEBRERO DEL 2015"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 10 de marzo del 2015

Andrea Cristina Montenegro Córdova

C.I 0105680557



Yo Henry Paúl Toalón Idrovo, autor de la tesis **"DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL "JOSÉ CARRASCO ARTEAGA" CUENCA, SEPTIEMBRE DEL 2014 - FEBRERO DEL 2015"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 10 de marzo del 2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Henry", written over a horizontal line.

Henry Paúl Toalón Idrovo

C. I 1400477269



DEDICATORIA

Dedico la presente Tesis:

A Dios por haberme mostrado día a día con sabiduría, humildad y paciencia que todo es posible con esfuerzo y dedicación.

A mi madre, abuelos, tíos, hermanos, primos y sobrinos quienes con su amor apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre a lo largo de mi vida estudiantil, a ellos que siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y que han sido un estímulo para mi superación.

A mis profesores, gracias por su tiempo, su apoyo y por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Andrea Montenegro C.



DEDICATORIA

Dedico la presente Tesis:

A mis padres por su amor, apoyo y comprensión en cada momento.

Henry Toalón I.



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos quienes colaboraron con la ejecución de este proyecto, de manera especial a los profesores de la Escuela de Tecnología Médica, al Departamento General de Investigación y al Comité de Bioética del Hospital José Carrasco Arteaga IESS por la apertura brindada para obtener la información necesaria para esta investigación. Y al apoyo del Lcdo. Nelson Ortiz S. director de tesis, el Dr. Marco Freire A. asesor, y al Dr. Fray Martínez quienes nos ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Andrea Montenegro y Henry Toalón



"El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes es la oportunidad"

Víctor Hugo



CAPÍTULO I



1. INTRODUCCIÓN

Las dosis de radiación impartidas a los pacientes en tomografía son significativamente altas, más altas que las de los estudios convencionales de rayos x y están en rangos que se han relacionado con mayor riesgo de cáncer. Diana L. Migloretti, del "Group Health Research Institute" y la Universidad de California, estiman que 4.870 cánceres futuros podrían ser causados por los cuatro millones de TC pediátricas realizadas cada año (1).

El uso in mesurado de la tomografía computada multicorte actualmente se ha ido incrementando, representando el 10% de los estudios radiológicos y aportando aproximadamente un 65% de las dosis de radiación por este concepto (2). Por otra parte en la edición de febrero del 2001 el American Journal Radiology publica un artículo advirtiendo la falta de ajuste en los factores de exposición en niños sometidos a TC, ya que se mantenía la dosis de adultos. Este estudio recomendó reducir la dosis la cual no altera la calidad del examen (3).

Mediante Tomografía Computarizada (TC) se puede estudiar prácticamente cualquier órgano del cuerpo y su patología con gran precisión; hoy en día la Tomografía Computarizada Multicorte (TCM) es la exploración de elección en diversas situaciones en los que en menos de un minuto se puede conocer el estado de cualquier órgano, la TC ha sustituido a otras técnicas de imagen diagnóstica (4).

Es por ello que nuestra investigación se centró en indagar la cantidad de dosis efectiva de radiación que están recibiendo los pacientes del Hospital José Carrasco Arteaga y relacionarla con los posibles daños biológicos que estas pueden causar en los tejidos y órganos.



1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Estados Unidos cada año el 10% de la población aproximadamente se somete a un estudio de TC lo que totaliza 75 millones de estos estudios y esta cifra está creciendo a una tasa del 10% anual. La radiación que produce el estudio de TC equivale a 100-500 dosis de una placa radiográfica común de tórax.

En nuestro medio no existe una regulación sobre el empleo de estas técnicas con una tendencia a exagerar su indicación; debido a que los médicos saben muy poco acerca de las dosis de radiación o el riesgo de inducir a un cáncer. El National Research Council (NRC) llegó a la conclusión que los pacientes expuestos a la radiación que aporta la TC tienen aumento de riesgo de cáncer (5).

“Para una población global el riesgo de cáncer se incrementa en un 10% cuando se recibe una dosis única de 1 Sv (1000 mSv). Si se limita al adulto de edad media el riesgo llega al 1%. Al contrario, cuando se acota a edades inferiores a los 10 años asciende al 15%” (6).

El ser humano se expone a un 18% de radiación artificial, de esta el 56% corresponde a las radiaciones generadas por estudios diagnósticos. La tomografía representa un 7% y se calcula que este porcentaje puede incrementarse hasta en un 15% anual. Lee y su grupo publicaron en el 2004 que el 64% de los pacientes, el 56% de los radiólogos y el 44% de los médicos de urgencias; creían que una TC de abdomen equivalía a menos de 10 Rx de tórax. Una Rx de tórax en proyección PA implica para el paciente una dosis de 0.02mSv y equivale a exponerse a 2.4 días de radiación natural. La dosis efectiva promedio de un estudio TC de abdomen es de 10mSv que equivale a 500 radiografías de tórax y 4.5 años de radiación natural (6) (7).



La dosis de radiación efectiva recibida por el paciente en estudios de TC es la más elevada comparado con otros estudios de imagen, relacionemos esto también con el incremento continuo en la frecuencia y complejidad de estas pruebas en los últimos años. Las dosis asociadas a los equipos TCM, con más de una corona de detectores, son mayores que las de los TC (mono corte); la facilidad de hacer exploraciones de mayor longitud en menos tiempo aumentando innecesariamente el campo irradiado, al aumento de fases de las exploraciones con contraste, y el inadecuado uso de los protocolos en pacientes pediátricos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día sabemos que la tomografía computada (TC), es el estudio que más dosis de radiación imparte al paciente. Debido a la frecuencia de su utilización, nuestra investigación estuvo encaminada en conocer los niveles de dosis y lo perjudicial que puede ser en la salud de los pacientes que acuden al servicio de tomografía computada multidetector del Hospital José Carrasco Arteaga.

Actualmente no se lleva a cabo un control adecuado de la cantidad de dosis impartida a cada paciente en los diversos estudios de tomografía, el fin de nuestra investigación estuvo en obtener la dosis efectiva en estudios de cráneo, cuello, tórax; abdomen y relacionarlos con las variables en estudio.

A partir de esta investigación fue de nuestro interés crear conciencia del uso de la tomografía en los diagnósticos médicos frente al daño biológico que se pueden presentar posteriormente. Incentivar el uso adecuado de protocolos de adquisición, y medidas de protección radiológica; mostrando mayor interés en los pacientes pediátricos y aprovechando todas las facilidades que el equipo nos ofrece, con el fin de obtener una imagen óptima, manteniendo los niveles de exposición a la radiación "tan bajos como sea razonablemente posible" (ALARA) ⁽⁸⁾.



CAPÍTULO II



2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Tomografía Computada Multicorte (TCM):

Es la técnica de adquisición de imagen volumétrica del cuerpo a través de un rastreo continuo con un amplio haz de rayos X y empleando múltiples detectores. Se basa en el principio de atenuación de los rayos x al atravesar la materia; esta información es recogida por los detectores y enviada a un ordenador este combina toda esa información creando una imagen final en los múltiples planos de corte (9).

2.2 Evolución de la Tomografía:

El 1 de Octubre de 1971, el ingeniero Goodfrey N. Hounsfield realizó el primer escáner craneal en un hospital de Londres.

Tomógrafos de Primera Generación: Poseía un tubo de rayos x con haz en forma de lápiz, incorporando 1-2 detectores y con un tiempo de barrido de 5 minutos.

Tomógrafos de Segunda Generación: Poseía un tubo de rayos x con haz en forma de abanico, incorporando de 5-30 detectores y con un tiempo de barrido de 30 segundos.

Tomógrafos de Tercera Generación: Poseía un tubo de rayos x y un conjunto de detectores ambos giraban conjuntamente alrededor del paciente; produciendo una imagen en menos de 1 segundo.

Tomógrafos de Cuarta Generación: Poseía un tubo de rayos x, este giraba 360° y una corona de detectores fijos, y el tiempo de adquisición es de menos de 1 segundo.



Tomografía Helicoidal: Las imágenes son adquiridas con el giro continuo del tubo de rayos x y los detectores con el movimiento continuo de la mesa de estudio. El conjunto de todos estos movimientos hace que la resultante sea una espiral o hélice.

Tomografía Multicorte (TCMC): A finales de los años 90, se produce una mejora en la TC helicoidal surgiendo la Tomografía Computada Helicoidal Multicorte, donde el tiempo de exploración ya se había reducido a 0,5 s. La principal ventaja de la TCM es que se puede analizar una cantidad más grande de tejido. Hoy en día es posible analizar el cuerpo entero en el tiempo en que el paciente aguanta la respiración una sola vez (10).

2.3 Componentes de un Sistema de Tomografía Multicorte:

Gantry (Cabezal o Pórtico): Consta de un tubo de rayos x, los detectores, el generador de alto voltaje, la mesa de soporte para el paciente y el soporte mecánico para cada uno de ellos. El Gantry pesa alrededor de 1.200 a 1.500 kg.

Tubo de Rayos x: Es altamente resistente con ánodos compactos y mayor capacidad de rotación. Posee un sistema sofisticado de enfriamiento y refrigeración.

Consta de un recipiente de vidrio al vacío, rodeado por una cubierta de plomo; con una pequeña ventana para que salga la radiación. Trabaja con un máximo de 140Kv y 200-500 mAs.

Detectores: Estos reciben los rayos x posteriormente de haber atravesado el paciente, los convierten en una señal eléctrica.

Los primeros detectores de centelleo contenían cristales fotomultiplicadores de centelleo ensamblados en un tubo; estos fueron reemplazados por ensamblajes de cristales fotodiodo de centelleo.



Los sistemas TCM poseen múltiples detectores ordenados de forma que los números llegan a cadenas de miles. Actualmente los equipos de TCM trabajan con cristales como el tungstato de cadmio y las cerámicas especiales.

Colimación: En los sistemas de TCM existen dos colimadores, el colimador pre paciente que limita el haz útil y por lo tanto determina la dosis para el paciente. Se monta en el tubo de rayos x o adyacente al mismo.

El colimador pre detector que restringe el haz de rayos x visto desde el conjunto de detectores. Este reduce la radiación dispersa incidente en el conjunto de detectores, define el grosor de sección también llamado perfil de sensibilidad.

Generador de Alto Voltaje: Se encarga de alimentar al tubo de rayos x. Muchos fabricantes reducen espacio instalando el generador de alto voltaje en la rueda giratoria del Gantry.

Data acquisition system (DAS): Muestra la señal eléctrica y realiza la conversión analógica-digital; para que el ordenador procese los datos.

Mesa de Soporte: Debe estar construida con un material de baja z, de forma que no interfiera con la transmisión de rayos x.

Ordenador: Se encarga del funcionamiento total del equipo, almacena las imágenes reconstruidas y los datos primarios. Debe ser de gran potencia para realizar los cálculos de forma muy rápida. En la actualidad se presentan los datos de forma casi instantánea.

Consola de Control: Los sistemas de TC pueden estar equipados con dos o tres consolas. Una consola la utiliza el técnico radiólogo para hacer funcionar el sistema. Otra consola sirve para que el técnico realice el post procesado de la imagen para fotografiar y clasificar. Y una tercera consola para que el médico radiólogo vea las imágenes y manipule el contraste de la imagen (10).



2.4 Dosimetría de las Radiaciones Ionizantes:

Concepto de Radiaciones Ionizantes: Son aquel tipo de radiación con energía suficiente para romper enlaces químicos y producir iones. Son ejemplos de radiaciones ionizantes las partículas alfa, beta, gama, rayos x y neutrones.

Dosis Absorbida: Mide la cantidad de energía por unidad de masa de material irradiado; se mide en Gray (Gy) (1J/kg).

Dosis Equivalente: Mide el daño biológico producido por la radiación en un tejido, por lo tanto depende del tipo de radiación. Para rayos x el factor de ponderación es igual a 1; este se mide en Sievert, Sv. (Gy x factor ponderación = 1).

Dosis Efectiva: Se define como la suma ponderada de las dosis equivalentes en los distintos tejidos, toma en cuenta el lugar donde la dosis de radiación ha sido absorbida y la radio sensibilidad de cada tejido u órgano; se mide en Sv ⁽¹¹⁾⁽¹²⁾.

Kerma en aire: *“Es la suma de la energía cinética de todas las partículas cargadas liberadas por unidad de masa. La unidad es el julio por kilogramo (J kg⁻¹) y su nombre especial es el gray (Gy)”* ⁽¹³⁾.

2.5 Medición de la Dosis de Radiación en TMC:

“Al referirnos a TCM el estándar de dosis se conoce como índice de dosis en TC o CTDI, el cual tiene múltiples derivados, entre los que nos interesan particularmente el CTDI en 100mm (CTDI₁₀₀), el ponderado (CTDI_w), el volumétrico (CTDI_{vol}) y el producto dosis longitud (DLP)” ⁽⁷⁾.



CTDI_w (Índice de Dosis en Tomografía Computada ponderado): Representa la dosis promedio absorbida a lo largo del eje longitudinal z, durante una rotación completa del tubo de rayos x (14).

CTDI₁₀₀ (Índice de Dosis en Tomografía Computada en 100mm): Se mide colocando cámaras de ionización en forma de lápiz de 100mm de longitud en el centro y la periferia de los maniqués.

CTDI_{vol} (Índice de Dosis en Tomografía Computada en volumen): Considera la radiación en los tres ejes de exploración en un tamaño estandarizado, no representa tampoco la radiación que recibe un paciente en una exploración de determinada longitud.

DLP (Producto Dosis Longitud): Es el resultado de multiplicar la longitud de la exploración con la CTDI_{vol}, que es proporcional a la radiación total absorbida (7)(15)(16).

NIVELES DE DOSIS REFERENCIALES PARA TOMOGRAFÍA DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN EN PACIENTES ADULTOS

REGIÓN DEL CUERPO	DLP (mGy.cm)	Dosis Efectiva (mSv)
cráneo	1050	2
cuello	400	3
tórax	650	12
abdomen	780	13

Tabla N° 1. Niveles de Dosis referenciales para tomografía de cráneo, cuello, tórax y abdomen en adultos, recomendados por la Comisión Europea (17)(18).



PRODUCTO DOSIS LONGITUD (DLP mGy.cm) RECIBIDOS EN TC DE CRÁNEO, TÓRAX Y ABDOMEN EN NIÑOS, Y DISTRIBUIDOS EN GRUPOS DE EDAD

GRUPO DE EDAD	CRÁNEO				TÓRAX				ABDOMEN			
	COMUNIDAD EUROPEA	REINO UNIDO	ALEMANIA	SUIZA	COMUNIDAD EUROPEA	REINO UNIDO	ALEMANIA	SUIZA	COMUNIDAD EUROPEA	REINO UNIDO	ALEMANIA	SUIZA
0 a 1 años	300	270	390	270	200	200	55	110	330	170	145	130
1 a 5 años	600	470	520	420	400	230	110	200	360	250	255	300
5 a 10 años	750	620	710	560	600	370	210	220	800	500	475	380
10 a 15 años	1050	930	920	1000	650	580	205	460	780	560	500	500

Tabla N° 2. Niveles DLP para tomografía de cráneo, tórax y abdomen en niños de 0 a 15 años; recomendados por la Comunidad Europea, Reino Unido, Alemania y Suiza. *Se tomaron solos los datos DLP excluyendo el CTDIvol que no se menciona en el estudio; para Reino Unido se tomó valores de adultos para el grupo de edad de 10 a 15 años, ya que no estaban disponibles en el informe (19).

FACTORES DE CONVERSIÓN PARA DOSIS EFECTIVA EN TOMOGRAFÍA MULTIDETECTOR

FACTOR DE CONVERSIÓN PARA DOSIS EFECTIVA = DLP x k (mSv)						
REGIÓN DEL CUERPO	FACTOR k					
	RECIÉN NACIDO	1 AÑO	5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS	ADULTO
cráneo	0.0051	0.0046	0.0035	0.0026	0.0023	0.0021
cuello	0.014	0.013	0.0097	0.0074	0.0065	0.0059
tórax	0.025	0.022	0.020	0.018	0.015	0.014
abdomen	0.029	0.025	0.021	0.020	0.016	0.015

Tabla N° 3. Factores de conversión de DLP a la dosis efectiva en niños y adultos, para las diferentes regiones del cuerpo (20).



2.6 Radiobiología

Radio sensibilidad: Esta en función del estado metabólico del tejido irradiado (Ley de Bergonié y Tribondeau).

- Si más madura es una célula es más radio resistente.
- Si más jóvenes son los tejidos y los órganos son más radio sensibles.
- Si el nivel metabólico es elevado la radio sensibilidad también lo es.
- Al aumentar la tasa de proliferación celular y la tasa de crecimiento de los tejidos la radio sensibilidad aumenta.

Efectos Producidos por la Radiación: Son una serie de sucesos producidos después de la absorción de la energía procedente de las radiaciones ionizantes que se pueden producir en el organismo.

Efectos Estocásticos: No tienen umbral, se manifiestan después de un largo período de latencia después de la exposición. Estos efectos son de carácter probabilístico. Ej. El cáncer, efectos genéticos.

Efectos Determinísticos: Tienen umbral de dosis que por debajo del cual no se observan efectos. Tienen períodos de latencia breve (minutos, horas, días, etc.). A mayor dosis mayor severidad del daño ⁽²¹⁾⁽²²⁾.



DOSIS UMBRAL DE LOS DIFERENTES ÓRGANOS

ÓRGANO	DOSIS (mSv)	EFEECTO
Testículos	3500	Esterilidad permanente
Ojos	3500	Formación de Cataratas
Ovarios	3000	Esterilidad
Piel	2500+	Eritema y alopecia
Médula	500	Formación reducida de glóbulos rojos
Testículos	150+	Esterilidad temporal
Feto	60	Posibles malformaciones

Tabla N° 4. Estimación de la Dosis Umbral para los diferentes órganos (11).

Efectos Prenatales (Somáticos y Hereditarios): Son efectos expresados en el feto, en el nacido vivo o en los descendientes.

2.7 Límites de Dosis Establecidos:

Para limitar y controlar los riesgos producidos por las radiaciones ionizantes se han establecido diferentes límites a la dosis ponderada a todo el cuerpo en el personal ocupacionalmente expuesto (POE) y los miembros del público siendo las siguientes:

- Límite para el POE 20mSv/año (promediado en un período de 5 años) (23).
- Límite para el público 1mSv/año (23).

La dosis de radiación natural en las personas es de 2.4mSv/año esta va a depender de la ubicación, ya que en algunos lugares esta tiende a ser mayor.

Para el POE el límite de dosis de cuerpo entero es de 20mSv, de 150mSv en el cristalino del ojo y de 500mSv en la piel.



Para los pacientes no existe un límite de dosis establecido. No es apropiado aplicar los límites de dosis a la exposición médica de los pacientes, por que tales límites a menudo serían más perjudiciales que beneficiosos; es por ello que la tomografía se debe cumplir con el principio ALARA ⁽²³⁾⁽²⁴⁾.

En tomografía existen dos procedimientos físicos distintos para la obtención de las imágenes, el secuencial (corte a corte) y el helicoidal multicorte (un volumen con cortes sub milimétricos). En la mayoría de las exploraciones craneoencefálicas se utiliza el primero pero, cada vez con más frecuencia se recurre al segundo porque se piensa que la resolución espacial mejora con la técnica helicoidal multicorte. No siempre es así, pero lo que sí aumenta de manera notable es la dosis de radiación absorbida que se incrementa desde 530 mGy/cm, con la técnica secuencial, hasta 2566 mGy/cm, con la helicoidal multicorte. La preocupación actual es que la dosis máxima permita anualmente (1mSv/año) está siendo superada en tan sólo un mes y que la causa puede deberse a varias situaciones como el uso incontrolado de tomografías seriadas, de control y estudios innecesarios entre otros ⁽²⁵⁾.

2.8 Efectos de la radiación sobre el ADN y los cromosomas:

Los daños al ADN son la principal causa de los efectos biológicos (muerte celular, mutaciones, pérdida de la capacidad reproductiva).

La irradiación al ADN puede traer como resultado varios tipos de lesiones, entre las que se destacan las roturas de cadena por su frecuencia e importancia. Las roturas de cadena pueden ser simples, dobles. Una dosis de fotones de 1Gy produce alrededor de 1000 roturas simples y 50 roturas dobles por célula; esta dosis provoca la muerte reproductiva de un 50% de células irradiadas ⁽²⁶⁾.



CAPÍTULO III



3 OBJETIVOS.

3.1 Objetivo General.

Describir la dosis efectiva de radiación utilizada en estudios de cráneo, cuello, tórax y abdomen con un Tomógrafo Multicorte de 64 canales en el Hospital "José Carrasco Arteaga" Cuenca, Septiembre 2014 – Febrero del 2015.

3.2 Objetivo Específico.

- Relacionar la dosis efectiva de las tomografías de cráneo, cuello, tórax y abdomen con las variables sociodemográficas en estudio (edad y sexo).
- Comparar los resultados obtenidos de los diferentes estudios con los niveles de referencia establecidos por los organismos internacionales.
- Determinar si se utilizan protocolos diferenciados en función con la edad de los pacientes.



CAPÍTULO IV



4 METODOLOGÍA.

4.1 Tipo de Estudio.

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo.

4.2 Área de Estudio.

A partir de un punto definido en el tiempo se procedió a recolectar los datos de las variables sociodemográficas de cada uno de los estudios tomográficos que fueron remitidos al servicio de Imagenología del Hospital “José Carrasco Arteaga”. De los registros del tomógrafo.

4.3 Universo y Muestra.

El universo estuvo constituido por todos los estudios tomográficos de cabeza, cuello, tórax y abdomen del departamento de Imagenología del Hospital José Carrasco Arteaga.

Se trabajó con todo el universo en un período de cuatro meses.



4.4 Criterios de Inclusión.

Se incluyó todas las tomografías de cráneo, cuello, tórax y abdomen en un período de cuatro meses, que contaron con todos los datos registrados de las variables en estudio.

4.5 Criterios de Exclusión.

Se excluyó las tomografías que cubrían más de una región en el mismo paciente, tomografías con prótesis que implican una dosis de radiación mayor que la regular, angiogramografía. Entre los exámenes de TCM de cuello, se excluyó los que evalúan columna cervical como objetivo principal.

4.6 Variables.

- a) Edad
- b) Sexo
- c) Producto Dosis Longitud (DLP)
- d) Dosis Efectiva (E)
- e) Kilo Voltaje (Kv)
- f) Mili Amperio Segundo (mAs)

4.6.1 Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
----------	-----------------------	-------------	-----------	--------



Edad	Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta el momento del estudio	Tiempo	Años	Razón o proporción
Sexo	Conjunto de caracteres que diferencian al hombre de la mujer	Fenotipo	Registro de datos del TCM	Hombre Mujer
DLP	Dosis total de radiación que ha absorbido una persona a la que se le ha practicado un examen de TCM	Radiación X	mGy.cm	Razón o proporción
Dosis efectiva	Es la suma ponderada de las dosis equivalentes en los distintos tejidos, toma en cuenta el lugar donde la dosis de radiación ha sido absorbida y la radio sensibilidad de cada tejido u órgano.	Radiación X	mSv	Razón o proporción
Kilo voltaje	Diferencia de potencial aplicada entre el cátodo y ánodo de un tubo de rayos x para generar el choque de electrones con el ánodo y producir fotones de rayos x.	Energía	kv	Razón o proporción
Mili amperio Segundo	Cantidad de radiación que fluirá en un tiempo determinado	Energía	mAs	Razón o proporción
Topografía del estudio con TCM	Región topográfica (volumen irradiado) en la que se haya realizado el estudio TCM	Topográfica	Tomografía	1. Cráneo 2. Cuello 3. Tórax 4. Abdomen

4.7 Métodos Técnicas e instrumentos.

Para la recolección de la información se procedió a la clasificación, registro y anotación sistemática de las tomografías de cráneo, cuello, tórax y abdomen, dentro del período de tiempo establecido en un formulario diseñado para el efecto. (Anexo N°1).

Se utilizó un tomógrafo multidetector Philips Brilliance de 64 cortes que cuenta con un tubo de rayos x de gran potencia que permite estudios en tiempo real, con un grosor de corte de 64x0.625mm. Obtiene imágenes cardiacas con una reducción de dosis del 80%, en 4 o 5 segundos.



4.8 Procedimientos.

Una vez aprobado el protocolo se procedió a solicitar la autorización al coordinador del departamento general de investigación Dr. Marco Rivera Ullauri, y al comité de bioética del Hospital José Carrasco Arteaga IESS Cuenca Dr. Marcelo Ochoa Parra.

Se solicitó el acceso al software del Tomógrafo Phillips de 64 cortes para el registro de la información de cada estudio tomográfico en cráneo, cuello tórax y abdomen. Durante un periodo de estudio comprendido en 4 meses, estos datos se recolectaron en los formularios previamente aprobados por el CATI.

4.9 Aspectos Éticos.

Una vez aprobado el protocolo, se presentó al Director del Hospital y al Director Departamental para que sea conocido por el Comité de Ética, para su aprobación en el hospital. (Anexo N°2).

4.10 Plan de análisis de los resultados.

Para el análisis de la información se utilizó el software informático Microsoft Excel 2013 y Spss v-22, la información se representó a través de gráficos y tablas. Los datos de las mediciones de dosis efectiva de radiación fueron analizados con estadística descriptiva y confrontados con los estándares establecidos a través de una comparación de medias de estos datos agrupados por región topográfica.



CAPÍTULO V



5 RESULTADOS.

5.1 Cumplimiento del estudio.

Los datos se recolectaron en el formulario ya establecido, esta recolección se llevó a cabo sin inconvenientes, se evaluaron 3129 estudios tomográficos en los meses de septiembre a diciembre del 2014; con 2132 TC de cráneo, 32 TC de cuello, 415 TC de tórax y 550 TC de abdomen que fueron analizadas en las siguientes tablas.

5.1.1 Características generales del estudio

5.1.1.1 Edad.

Tabla 5. Distribución de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello tórax y abdomen según la edad, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIOS TOMOGRÁFICOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN SEGÚN LA EDAD		
GRUPO DE EDAD	Nº DE CASOS	PORCENTAJE
de 0 a 11 meses	23	0,7%
de 1 a 4 años	55	1,8%
de 5 a 9 años	83	2,7%
de 10 a 15 años	142	4,5%
de 16 años y mas	2826	90,3%
Total	3129	100%

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Media: 48,58 años

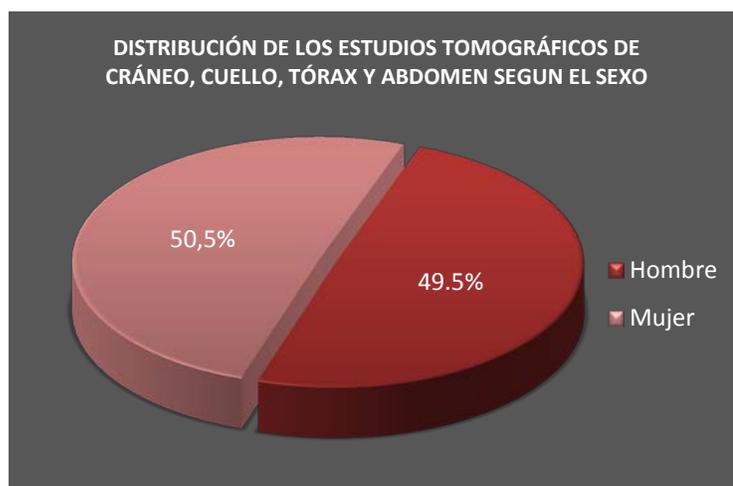
Mínimo: 1 mes

Máximo: 103 años

Se puede observar que el rango de edad va entre 0 a 11 meses y 16 años y más; siendo el grupo de mayor frecuencia el de 16 años y más con el 90,3%; y el de menor frecuencia el grupo de 0 a 11 meses con el 0,7%.

5.1.1.2 Sexo.

Gráfico 1. Distribución de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según el sexo, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.



Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Del total de estudios tomográficos efectuados el 50,5% corresponde al género femenino mientras que el 49,5% son del género masculino.



5.1.1.3 Estudios Tomográficos llevados a cabo.

Tabla 6. Distribución de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según el tipo de región tomográfica estudiada, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIOS TOMOGRÁFICOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN SEGÚN EL TIPO DE ESTUDIO		
TIPO DE ESTUDIO	Nº DE CASOS	PORCENTAJE
Cráneo	2132	68,1%
Cuello	32	1,0%
Tórax	415	13,3%
Abdomen	550	17,6%

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se estudiaron 4 tipos de estudios tomográficos siendo el de cráneo el de mayor frecuencia con el 68,1%, el de abdomen representó el 17,6%, el de tórax el 13,3% y el menos frecuente fue el de cuello con el 1%.

Tabla 7. Distribución de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según el uso de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCION DE LOS ESTUDIOS TOMOGRÁFICOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN SEGÚN EL USO DE CONTRASTE INTRAVENOSO		
USO DE MC	Nº DE CASOS	PORCENTAJE
con contraste	471	15,1%
sin contraste	2658	84,9%

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.



En lo que hace referencia al porcentaje de estudios tomográficos realizados con la administración de medio de contraste (en general, sin tomar en cuenta la región estudiada) tenemos que el 84,9% corresponde a estudios tomográficos sin medio de contraste; mientras que el 15,1% es con administración de medio de contraste.

5.1.1.4 Dosis Efectiva (E).

Tabla 8. Distribución de la dosis efectiva en 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA (E) DE RADIACIÓN EN ESTUDIOS SIN MEDIO DE CONTRASTE SEGÚN LA EDAD Y LA REGIÓN ANATÓMICA							
GRUPO DE EDAD	REGIÓN	Nº DE CASOS	DOSIS MEDIA (mSv)	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	DOSIS MÍNIMA (mSv)	DOSIS MÁXIMA (mSv)
de 0 a 11 meses	cráneo	21	2,52	1,98	0,90	1,69	4,34
de 1 a 4 años	cráneo	52	2,65	2,775	0,66	1,47	4,21
	Tórax	3	4,73	5,09	3,95	0,62	8,49
de 5 a 9 años	Cráneo	72	2,22	2,28	0,43	1,04	3,64
	Tórax	3	6,75	7,07	0,66	5,99	7,19
	abdomen	2	7,31	7,31	4,01	4,47	10,15
de 10 a 15 años	Cráneo	122	1,74	1,73	0,27	1,01	3,03
	Tórax	5	5,84	6,39	1,07	4,68	6,92
	abdomen	8	9,66	9,99	4,30	1,48	15,86
de 16 años y mas	Cráneo	1799	1,5	1,48	0,51	0,38	16,29
	Cuello	3	2,47	2,49	0,33	2,13	2,79
	Tórax	309	5,51	5,28	1,17	3,86	13,11
	abdomen	257	12,31	12,28	2,89	2,88	21,98

* De 0 a 11 meses se excluyeron los estudios de tórax, abdomen y cuello por resultar muestra insuficiente.

* De 1 a 4 años se excluyeron los estudios de abdomen y cuello por resultar muestra insuficiente.

* De 10 a 15 años se excluyeron los estudios de cuello por resultar muestra insuficiente.

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se llevaron a cabo 4 tipos de estudios tomográficos sin medio de contraste en 4 grupos de edad, tal es el caso del grupo de 0 a 11 meses con una dosis media de 2,52mSv en cráneo; el de 1 a 4 años con 2,65mSv en cráneo y 4,73mSv en tórax; el de 5 a 9 años con 2,22mSv en cráneo, 6,75mSv en tórax, 7,31mSv en abdomen; 10 a 15 años con



1,74mSv en cráneo, 5,84mSv en tórax, 9,66mSv en abdomen; 16 años y más con 1,5mSv en cráneo, 2,47mSv en cuello, 5,51mSv en tórax y 12,28mSv en abdomen. La dosis máxima utilizada corresponde a los estudios de abdomen con 21,98mSv en el grupo de 16 años y más. La dosis mínima utilizada corresponde a 0,38mSv en los estudios de cráneo del mismo grupo.

Tabla 9. Distribución de la dosis efectiva de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica con la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN EN ESTUDIOS CON MEDIO DE CONTRASTE SEGÚN LA EDAD Y REGIÓN ANATOMICA							
GRUPO DE EDAD	REGIÓN	Nº DE CASOS	DOSIS MEDIA (mSv)	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	DOSIS MÍNIMA (mSv)	DOSIS MÁXIMA (mSv)
de 5 a 9 años	Cráneo	2	4,28	4,28	0,09	4,21	4,34
	Tórax	2	12,90	12,90	1,43	11,89	13,91
de 10 a 15 años	Cráneo	4	2,98	3,31	1,03	1,49	3,82
	Cuello	2	5,85	5,85	0,23	5,69	6,01
de 16 años y mas	Cráneo	60	2,70	2,87	0,53	1,37	3,57
	Cuello	26	5,47	5,56	1,07	2,82	7,87
	Tórax	92	10,30	10,27	2,35	1,50	18,99
	abdomen	280	16,54	16,30	3,03	2,34	38,61

* En el grupo de 0 a 11 meses no se realizaron tomografías con la administración MC.

* En el grupo de 1 a 4 años no se realizaron tomografías con la administración MC.

* En el grupo de 5 a 9 años se excluyeron los estudios de abdomen y cuello por presentar muestra insuficiente.

* En el grupo de 10 a 15 años se excluyeron los estudios de tórax y abdomen por presentar muestra insuficiente.

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se llevaron a cabo 4 tipos de estudios tomográficos en 4 grupos de edad, con la administración de medio de contraste, tal es el caso del grupo el de 5 a 9 años con una dosis media de 4,28mSv en cráneo, 12,90mSv en tórax; 10 a 15 años con 2,98mSv en cráneo, 5,85mSv en cuello; 16 años y más con 2,70mSv en cráneo, 5,47mSv en cuello,



10,30mSv en tórax y 16,54mSv en abdomen. La dosis máxima utilizada corresponde a los estudios de abdomen con 38,61mSv en el grupo de 16 años y más. La dosis mínima utilizada corresponde a 1,37mSv en los estudios de cráneo en el mismo grupo.

5.1.1.5 Dosis Longitud Producto DLP.

Tabla 10. Distribución del producto dosis longitud DLP de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello tórax y abdomen según la edad y la región anatómica sin la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCIÓN DEL DLP DE RADIACIÓN EN ESTUDIOS SIN MEDIO DE CONTRASTE SEGÚN LA EDAD Y LA REGIÓN ANATÓMICA							
GRUPO DE EDAD	REGIÓN	Nº DE CASOS	DOSIS MEDIA (mGy.cm)	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	DOSIS MÍNIMA (mGy.cm)	DOSIS MÁXIMA (mGy.cm)
de 0 a 11 meses	Cráneo	21	499,49	396,30	172,47	331,60	852,60
de 1 a 4 años	Cráneo	52	614,99	649,90	143,90	319,70	916,40
	Tórax	3	215,37	231,40	179,39	28,50	386,20
de 5 a 9 años	cráneo	72	686,39	688,20	98,44	299,30	1041,30
	Tórax	3	337,80	353,70	32,96	299,90	359,80
	abdomen	2	353,65	353,65	183,91	223,60	483,70
de 10 a 15 años	cráneo	122	689,21	673,80	97,80	389,10	1166,90
	Tórax	5	340,50	355,50	83,72	260,00	461,60
	abdomen	8	641,03	604,25	186,40	439,20	991,60
de 16 años y mas	cráneo	1799	709,49	702,60	75,48	182,40	1697,90
	Cuello	3	419,68	423,50	55,85	362,0	473,50
	Tórax	309	394,45	377,80	84,24	276,20	936,90
	abdomen	257	818,17	818,10	195,66	192,20	1465,50

- * En el grupo de 0 a 11 meses no se realizaron tomografías sin la administración MC.
- * En el grupo de 1 a 4 años no se realizaron tomografías sin la administración MC.
- * En el grupo de 5 a 9 años se excluyeron los estudios de abdomen y cuello por presentar muestra insuficiente.
- * En el grupo de 10 a 15 años se excluyeron los estudios de tórax y abdomen por presentar muestra insuficiente.

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.



Se llevaron a cabo 4 tipos de estudios tomográficos en 4 grupos de edad, tal es el caso del grupo de 0 a 11 meses con una dosis media DLP de 499,49 mGy.cm en cráneo; el de 1 a 4 años con 614,99mGy.cm en cráneo y 215,37mGy.cm en tórax; el de 5 a 9 años con 686,39mGy.cm en cráneo, 337,80mGy.cm en tórax, 353,65mGy.cm en abdomen; 10 a 15 años con 689,21mGy.cm en cráneo, 340,50mGy.cm en tórax, 641,03mGy.cm en abdomen; 16 años y más con 709,49mGy.cm en cráneo, 419,68mGy.cm en cuello, 394,45mGy.cm en tórax y 818,17mGy.cm en abdomen. La dosis máxima utilizada corresponde a los estudios de cráneo con 1697,90 mGy.cm en el grupo de 16 años y más. La dosis mínima utilizada corresponde a 28,50mGy.cm en los estudios de tórax en el grupo de 1 a 4 años.

Tabla 11. Distribución del producto dosis longitud DLP de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica con la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

DISTRIBUCIÓN DE EL DLP DE RADIACIÓN EN ESTUDIOS CON CONTRASTE SEGÚN LA EDAD Y REGION ANATÓMICA							
GRUPO DE EDAD	REGIÓN	Nº DE CASOS	DOSIS MEDIA (mGy.cm)	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	DOSIS MÍNIMA (mGy.cm)	DOSIS MÁXIMA (mGy.cm)
de 5 a 9 años	Cráneo	2	1222,70	1222,70	27,15	1203,5	1241,90
	Tórax	2	645,35	645,35	71,49	594,80	695,90
de 10 a 15 años	Cráneo	4	1208,40	1356,80	379,60	648,30	1471,70
	Cuello	2	844,20	844,20	44,26	812,90	875,50
de 16 años y mas	Cráneo	60	1289,67	1368,90	254,20	654,70	1701,50
	Cuello	26	878,72	911,25	217,33	134,90	1119,30
	Tórax	92	748,32	734,85	140,00	398,4	1356,9
	abdomen	280	1096,79	1084,35	212,49	148,0	2574,10

* En el grupo de 0 a 11 meses no se realizaron tomografías con la administración MC.

* En el grupo de 1 a 4 años no se realizaron tomografías con la administración MC.

* En el grupo de 5 a 9 años se excluyeron los estudios de abdomen y cuello por presentar muestra insuficiente.

* En el grupo de 10 a 15 años se excluyeron los estudios de tórax y abdomen por presentar muestra insuficiente.

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.



Se llevaron a cabo 4 tipos de estudios tomográficos en 4 grupos de edad, con la administración de medio de contraste intravenoso, tal es el caso del grupo el de 5 a 9 años con una dosis media DLP de 1222,70mGy.cm en cráneo, 645,35mGy.cm en tórax; 10 a 15 años con 1208,40mGy.cm en cráneo, 844,20mGy.cm en cuello; 16 años y más con 1289,67mGy.cm en cráneo, 878,72mGy.cm en cuello, 748,32mGy.cm en tórax y 1096,79mGy.cm en abdomen. La dosis máxima utilizada corresponde a los estudios de abdomen con 2574,10mGy.cm en el grupo de 16 años y más. La dosis mínima utilizada corresponde a 398,4mGy.cm en los estudios de tórax en el mismo grupo.

5.1.1.6 Análisis comparativo con pruebas de la t de student en dosis efectiva (E).

Tabla 12. Comparación de la dosis efectiva con la prueba de la t de Student en de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica sin la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

COMPARACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA CON LA PRUEBA DE LA T STUDENT EN ESTUDIOS SIN CONTRASTE									
GRUPO DE EDAD	TIPO DE ESTUDIO	MEDIA	VALOR DE PRUEBA	T	GL	SIG(BILLATERAL)	DIFERENCIA DE MEDIAS	95% DE INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA	
								inferior	superior
16 años y mas	cráneo	1,5054	2	-41,309	1798	0,000	-0,49461	-0,5181	-0,4711
	tórax	5,5137	12	-97,347	308	0,000	-6,48628	-6,6174	-6,3552
	abdomen	12,3128	13	-3,809	256	0,000	-0,68724	-1,0426	-0,3319

*En los demás grupos de edad no se obtuvieron datos de la dosis efectiva de la Comunidad Europea para la comparación.

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se realizó una comparación con prueba t de Student entre la dosis efectiva del grupo de 16 años y más en tomografías sin medio de contraste en cráneo de 1,50mSv, tórax de



5,51mSv, y abdomen de 12,31mSv. Obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa en relación con la dosis efectiva de radiación de la Comisión Europea cráneo de 2mSv, tórax de 12mSv, y abdomen de 13mSv.

Tabla 13. Comparación de la dosis efectiva con la prueba de la t de Student en de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica con la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

COMPARACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA CON LA PRUEBA DE LA T STUDENT EN ESTUDIOS CON CONTRASTE									
GRUPO DE EDAD	TIPO DE ESTUDIO	MEDIA	VALOR DE PRUEBA	T	GL	SIG(BILLATERAL)	DIFERENCIA DE MEDIAS	95% DE INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA	
								inferior	superior
16 años y mas	cráneo	2,7050	2	10,333	59	0,000	0,70500	0,5685	0,8415
	cuello	5,4662	3	11,759	25	0,000	2,46615	2,0342	2,8981
	tórax	10,295	12	-6,962	91	0,000	-1,70500	-2,1915	-1,2185
	abdomen	16,5432	13	19,594	279	0,000	3,54321	3,1872	3,8992

* En los demás grupos de edad no se obtuvieron datos de la dosis efectiva de la Comunidad Europea para la comparación.

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se realizó una comparación con prueba t de Student entre la dosis efectiva del grupo de 16 años y más en tomografías con medio de contraste en cráneo de 2,70mSv, tórax de 10,29mSv, y abdomen de 16,54mSv. Obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa en relación con la dosis efectiva de radiación de la Comisión Europea cráneo de 2mSv, tórax de 12mSv, y abdomen de 13mSv.

5.1.1.7 Comparación con prueba de la t de Student en Dosis Longitud Producto (DLP).



Tabla 14. Comparación de la DLP con la prueba de la t de Student en de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica sin la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

COMPARACIÓN DE LA DLP CON LA PRUEBA DE LA T STUDENT EN ESTUDIOS SIN CONTRASTE									
GRUPO DE EDAD	TIPO DE ESTUDIO	MEDIA	VALOR DE PRUEBA	T	GL	SIG(BILLATERAL)	DIFERENCIAS DE MEDIAS	95% DE INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA	
								inferior	superior
0 a 11 meses	cráneo	499,48	300	5,30	20	0,000	199,4857	120,979	277,992
de 1 a 4 años	cráneo	614,987	600	0,751	51	0,456	14,9869	-25,074	55,048
de 5 a 9 años	cráneo	686,388	750	-5,483	71	0,000	-63,6119	-86,745	-40,479
de 10 a 15 años	cráneo	689,208	1050	-40,745	121	0,000	-360,7918	-378,322	-343,261
16 años y mas	cráneo	709,485	1050	-191,350	1798	0,000	-340,5153	-344,005	-337,025
	tórax	394,453	650	-53,323	308	0,000	-255,5466	-264,977	-246,117
	abdomen	818,174	780	3,128	256	0,002	38,1735	14,139	62,209

* De 0 a 11 meses se excluyeron los estudios de tórax, abdomen y cuello por resultar muestra insuficiente.

* De 1 a 4 años se excluyeron los estudios de tórax, abdomen y cuello por resultar muestra insuficiente.

* De 10 a 15 años se excluyeron los estudios de tórax, abdomen y cuello por resultar muestra insuficiente.

* De 16 años y más se excluyeron los estudios de cuello por resultar muestra insuficiente.

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se realizó una comparación con prueba t de Student entre el DLP de las diferentes tomografías sin medio de contraste obteniendo como resultado que en el grupo de 0 a 11 meses en cráneo, de 5 a 9 años en cráneo, de 10 a 15 años en cráneo , de 16 años y más en cráneo, tórax y abdomen existe una diferencia estadísticamente significativa en relación con el DLP de radiación de la Comisión Europea, para los grupos de 0 a 11 meses en cráneo de 300mGy.cm, de 5 a 9 años en cráneo de 750mGy.cm, de 10 a 15 años en cráneo de 1050mGy.cm, de 16 años y más en cráneo de 1050, tórax de 650mGy.cm, y abdomen de 780mGy.cm. En el grupo de 1 a 4 años en cráneo no existió una diferencia significativa.

Tabla 15. Comparación de la DLP con la prueba de la t de Student en de 3129 estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen según la edad y la región anatómica



con la administración de medio de contraste, HJCA, Cuenca, Septiembre del 2014 a Febrero del 2015.

COMPARACIÓN DE LA DLP CON LA PRUEBA DE LA T STUDENT EN ESTUDIOS CON CONTRASTE									
GRUPO DE EDAD	TIPO DE ESTUDIO	MEDIA	VALOR DE PRUEBA	T	GL	SIG(BILLATERAL)	DIFERENCIA DE MEDIAS	95% DE INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA	
								inferior	Superior
16 años y mas	cráneo	1289,6 27	1050	7,303	59	0,000	239,6717	174,006	305,337
	cuello	878,71 9	400	11,232	25	0,000	478,7192	390,939	566,499
	tórax	748,31 5	650	6,736	91	0,000	98,3152	69,322	127,308
	abdomen	1096,7 94	780	24,947	27 9	0,000	316,7943	291,797	341,791

Fuente: Formulario de recolección de datos.
Elaborado por: Montenegro A. y Toalón H.

Se realizó una comparación con prueba t de Student entre el DLP de los estudios tomográficos con medio de contraste en cráneo, cuello, tórax, y abdomen de los pacientes de 16 años y más. Obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa en relación con el DLP de radiación propuesto por la Comisión Europea, en cráneo de 1050mGy.cm, cuello de 400mGy.cm, tórax de 650mGy.cm, y abdomen de 780mGy.cm.



5.2 Discusión.

El objetivo de esta investigación fue describir la dosis efectiva de radiación utilizada en los estudios de cráneo, cuello, tórax y abdomen con un tomógrafo multicorte de 64 canales en el "Hospital José Carrasco Arteaga" septiembre del 2014 – febrero del 2015"

Los innumerables beneficios de la tomografía computarizada multicorte TCM han revolucionado en la práctica médica. Desde sus inicios las aplicaciones de la TC se extendieron a diferentes regiones y áreas del cuerpo, permitiendo grandes avances en el diagnóstico no invasivo de varias enfermedades. En la actualidad la mayor parte de la radiación aplicada para fines diagnósticos por imagen surge del uso de la TC, seguido de la medicina nuclear y la fluroscopia ⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾.

Este hecho ha llamado la atención de las autoridades; la Unión Europea en el artículo 64 de la Directiva 2013/59/EURATOM, titulado Estimación de las dosis a la población, exige a los estados miembros de la comunidad médica en general y, especialmente, a los radiólogos, la necesidad de obtener estimaciones de las dosis poblacionales a partir de las dosis individuales por cada exposición médica, así como por grupos de edad y sexo. Esta exigencia ya estaba recogida en el artículo 12 de la Directiva 97/43/EURATOM ⁽²⁹⁾.

En el año 2014 se registraron y analizaron los estudios tomográficos de cráneo, cuello, tórax y abdomen a partir de las dosis individuales de cada paciente, así como por grupos de edad y sexo; durante los meses de septiembre a diciembre del mismo año. Se registraron 3129 tomografías, se determinó la dosis efectiva de radiación y la dosis longitud producto de cada estudio; es así como en base a este objetivo se encontraron entre los resultados más significativos lo siguiente.



En el estudio de exposición médica en tomografía computarizada pediátrica realizado en Cuba en el año 2011, se empleó un grupo poblacional de 530 pacientes quienes se realizaron estudios tomográficos comprendidos entre 0 y 15 años de edad; teniendo como resultado que el 77,2% fue de cráneo, el 8,5% de tórax, y el 6,9% de abdomen ⁽³⁰⁾. En nuestra investigación el estudio tomográfico de mayor frecuencia en la población fue el de cráneo con el 68,1% de los casos (2132 tomografías), en cuello fue del 1% de los casos (32 tomografías), en tórax fue del 13,3% de los casos (415 tomografías) y en abdomen fue del 17,6% de los casos (550 tomografías); concordando que el estudio con mayor frecuencia fue el de cráneo.

En la investigación realizada el mayor porcentaje de pacientes se ubicó en el rango de 16 años y más; del total de los estudios tomográficos efectuados el 50,5% fue del género femenino mientras que el 49,5% fue del género masculino. De los estudios tomográficos efectuados el 84,9% corresponde a estudios sin el uso de medio de contraste, mientras que el 15,1% fue con el uso de medio de contraste. No existen estudios sobre el tema.

En el análisis comparativo de la dosis efectiva propuesta por la Comisión Europea ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾ y la dosis obtenida en nuestra investigación en las tomografías de cráneo con 1,5mSv; de cuello con 2,47mSv; en tórax con 5,51mSv y en abdomen con 12,31mSv sin el uso de medio de contraste. María Jiménez y Adalberto Machado ⁽³⁰⁾ en su estudio encontraron que *"la dosis efectiva estuvo en el rango de 0,33 a 0,43 mSv para cráneo; 5,31 a 5,91 mSv para tórax; 3,01 a 3,53 mSv"*; comparando ambos resultados encontramos que los valores de nuestra investigación fueron superiores a su estudio sin embargo ambos valores se mantienen por debajo de los niveles de referencia propuestos por la Comisión Europea, demostrando que las técnicas utilizadas en



ambos estudios son las correctas para pacientes adultos. No se encontraron niveles de referencia de dosis efectiva en pacientes pediátricos para realizar la comparación.

En el análisis comparativo de la dosis efectiva propuesta por la Comisión Europea ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾ y la dosis obtenida en nuestra investigación en las tomografías con medio de contraste se obtuvo una dosis media de radiación superior en el grupo de 16 años y más con una media de 2,70mSv y una diferencia media de 0,70mSv en cráneo, con una media de 5,47mSv y una diferencia media de 2,47mSv en cuello, con una media de 16,54mSv y una diferencia media de 3,54mSv en abdomen, indicando que hay una diferencia significativa en la dosis utilizada en nuestra investigación y la dosis referencial propuesta por la Comisión Europea puesto que se trató de estudios contrastados con doble adquisición de imagen (simple y contrastada). Sin embargo la dosis efectiva media en tórax del mismo grupo fue de 10,30mSv manteniéndose por debajo del nivel de referencia y demostrando que es posible mantener el límite de referencia de la Comisión Europea si se ajustan adecuadamente los protocolos de adquisición.

Debido a que no se encontraron valores de referencia de dosis efectiva para pacientes pediátricos se utilizó la DLP encontrando una dosis media de radiación de 499,49mGy.cm en cráneo en el grupo de 0 a 11 meses, de 614,99mGy.cm en cráneo y de 215,37mGy.cm en tórax en el grupo de 1 a 4 años; de 686,39mGy.cm en cráneo, 337,80mGy.cm en tórax, 353,65mGy.cm en abdomen en el grupo de 5 a 9 años; de 689,21mGy.cm en cráneo, 340,50mGy.cm en tórax y 641,03mGy.cm en abdomen en el grupo de 10 a 15 años. El Servicio de Radio física y Radio protección del Hospital Universitario la Paz en Madrid encontró una DLP de 342mGy.cm en cráneo en el grupo de 0 a 1 años; de 419mGy.cm en cráneo y de 343mGy.cm en tórax en el grupo de 1 a 5 años; de 435mGy.cm en cráneo, 398mGy.cm en tórax y 356mGy.cm en abdomen en el



grupo de 5 a 10 años; de 451mGy.cm en cráneo, 611mGy.cm en tórax y 618mGy.cm en abdomen en el grupo de 10 a 15 años ⁽³²⁾. Se compararon ambos estudios con los niveles de referencia propuestos por la Comisión Europea ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾ encontrándose valores que se mantienen por debajo de los niveles de referencia, en los grupos de 5 a 10 años y de 10 a 15 años en todos los estudios, comprobando que las técnicas utilizadas en ambos estudios son las correctas para pacientes pediátricos.

Sin embargo en los estudios de cráneo de 0 a 11 meses en ambos estudios y en las tomografías de cráneo de nuestro estudio los valores superaron los niveles de referencia propuestos por la Comisión Europea; demostrando que no existe un protocolo de adquisición tomográfico para este grupo. En los estudios tomográficos de 16 años y más se encontraron niveles de DLP superiores en cuello y abdomen; mientras que en los de cráneo y tórax se mantuvieron por debajo. En todos los procedimientos existió una diferencia estadísticamente significativa excepto en los estudios de cráneo del grupo de 1 a 4 años.

En el análisis comparativo del DLP propuesto por la Comisión Europea ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾ y la DLP obtenida en nuestra investigación en las tomografías con medio de contraste se obtuvo una dosis media de radiación superior en los grupos de 5 a 9 años con una dosis media de 1222,70mGy.cm y una diferencia media de 472,7mGy.cm en cráneo; con una dosis media de 645,35mGy.cm y una diferencia media de 45,35mGy.cm en tórax; de 10 a 15 años con una dosis media de 1208,40mGy.cm y una diferencia media de 158,4mGy.cm en cráneo; y de 16 años y más con una dosis media de 1289,67mGy.cm y una diferencia media de 239mGy.cm en cráneo, con una dosis media de 878,72mGy.cm y una diferencia media de 478,72mGy.cm en cuello, con una dosis media de 748,32mGy.cm y una diferencia media de 98,32mGy.cm en tórax y con una dosis media de 1096,79mGy.cm y una diferencia media de 316,79mGy.cm en abdomen; demostrando que existe una diferencia significativa en la dosis utilizada en todos los estudios tomográficos de nuestra investigación y la dosis propuesta por la



Comisión Europea, puesto que se trató de estudios con doble adquisición de imagen (simple y contrastada).

En el Boletín Oficial del Estado de Madrid España con fecha 13 de julio del 2001, la Ministra de Sanidad y Consumo recomendó que el límite de dosis efectiva para los miembros del público será de 1mSv por año para exposición a radiaciones ionizantes ⁽²⁵⁾. No obstante, para los pacientes no existe un límite de dosis establecido. No es apropiado aplicar los límites de dosis a la exposición médica de los pacientes por que tales límites a menudo sería más perjudiciales que beneficiosos es por ello que en la tomografía se debe cumplir con el principio ALARA ⁽²³⁾⁽²⁴⁾.



5.3 Conclusiones y Recomendaciones.

5.3.1 Conclusiones.

- Se estudiaron 3129 tomografías de cráneo, cuello, tórax y abdomen con una media de edad de 48,58 años con el grupo de edad más numeroso en pacientes de 16 años y más con el 90,3%; el sexo más frecuente fue el femenino con el 50,5%.
- Se estudiaron 4 tipos de estudios tomográficos siendo el de cráneo el de mayor frecuencia con el 68,1%, y el de cuello con el 1% el menos frecuente.
- La dosis máxima utilizada perteneció a los estudios sin la administración de medio de contraste en abdomen con 21,98mSv en el grupo de 16 años y más, y la dosis mínima utilizada fue de 0,38mSv en los estudios de cráneo del mismo grupo.
- Del total de estudios tomográficos efectuados el 84,9% perteneció a los estudios tomográficos sin la administración de medio de contraste, mientras que el 15% fueron con administración de medio de contraste.
- En las exploraciones de TC realizadas a pacientes pediátricos en nuestro hospital no existen un protocolo tomográfico diferenciado de acuerdo a la edad y peso de los pacientes.
- El valor DLP versus al valor de referencia se supera en exploraciones sin medio de contraste en cráneo, cuello y abdomen en los grupos de 0 a 11 meses, de 1 a 5 años y de 16 años y más, sin embargo en las tomografías de los demás grupos la dosis se mantuvo por debajo del límite referencial. Esto demuestra que no existe un adecuado uso en los protocolos de adquisición.
- El valor DLP versus al valor de referencia se supera en todas las exploraciones con medio de contraste en todos los grupos de edad; puesto que son estudios con dos adquisiciones a la vez (simple y contrastada).
- El valor de la dosis efectiva en las exploraciones sin medio de contraste en cráneo, cuello, tórax y abdomen en el grupo de 16 años y más no sobrepasa los niveles de



referencia propuestos por la Comisión Europea, demostrando que los protocolos de adquisición son los adecuados en este grupo de pacientes.

5.3.2 Recomendaciones.

- Optimizar los protocolos según la edad y el peso de cada paciente.
- Aplicar el concepto ALARA en todos los estudios tomográficos, debido al riesgo biológico que esta manifiesta en la población.
- Minimizar el número de barridos en los estudios con y sin la administración de medio de contraste.
- Utilizar prendas de protección de plomo y bismuto en órganos radio sensibles ya que reducen de un 30% a un 60% la dosis en órgano ⁽³¹⁾.
- Concientizar a los médicos sobre el uso de la tomografía en los diagnósticos médicos frente al daño biológico.
- Implementar un sistema de registro de dosis efectiva de cada paciente en su historial médico.
- Disminuir el uso de la tomografía utilizando otros medios de diagnóstico por imágenes como rayos x, ultrasonido y resonancia magnética sobre todo en la población infantil.
- Difundir los resultados encontrados en esta investigación para concientizar sobre el uso de la tomografía computarizada multicorte y de los riesgos biológicos que esta puede presentar.



6 BIBLIOGRAFÍA

1. Brown P. UC Davis Health System. [Revista en Internet]. 2013 junio 10 [citado 2014 05 12]; Disponible en : www.uscmc.ucdavis.edu/publish/news/newsroom/7908.
2. Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: Patterns of use and dose. J Radiol Prot. 2000; 20: p. 347-348.
3. Paterson A, Frush , Donnelly L. Helical CT of the body: Are settings adjusted for pediatric patient? AJR Am J Roentgenol. 2001; 176: p. 297-301.
4. Bastarrika G. Tomografía computarizada y práctica clínica. Anales Sis San Navarra. [Revista en Internet]. 2007 agosto [citado 2014 03 25]; 30(2):171-176. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000300001&lng=es.
5. Bruce J. Hillman, Jeff C. Goldsmith. The Uncritical Use of High-Tech Medical Imaging. NEJM. [Revista en internet]. 2010 junio [citado 2014 03 25]; 363:4-6. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1003173#t=article>.
6. Mondaca A. Roberto. Por que reducir las dosis de radiación en pediatría. Rev. chil. radiol. [Revista en internet]. 2006 [citado 2014 03 25]; 12(1):28-32. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082006000100008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082006000100008>.
7. Mendizabal Mendez AL. Radiaciones Ionizantes en tomografía computada: un tema de reflexión. Anales de Radiología Mexico. [Revista en internet]. 2012 abril-junio [citado 2014 04 05]; 2:90-97. Disponible en: www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2012/arm122d.pdf.
8. Bondrager L K, Lampignano P J. Proyecciones radiológicas con correlación anatómica. 7ª ed. Barcelona: Elsevier Mosby; 2010. p. 59-68.
9. Fishman K. E, Jeffrey R B. Multidetector TC. Madrid: Marban; 2009. p. 1-47.
10. Bushong. SC. Manual de Radiología para Técnicos. 9ª ed. Barcelona: Elsevier Mosby; 2010.
11. Vivallo L, Villanueva L, Sanhueza S. Efectos de las radiaciones ionizantes en el ser humano. CCHEN. [Revista en internet]. 2010 mayo [citado 2014 04 07]. Disponible en: http://oirs.cchen.cl/saber/PDF/efectos_biologicos_mayo2010.pdf.



12. Sociedad Española de Protección Radiológica. Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. ICRP 103 [Revista en internet]. 2007 [citado 2014 04 28]; 37:55-68. Disponible en: http://www.icrp.org/docs/P103_Spanish.pdf.
13. International Atomic Energy Agency. Magnitudes y unidades de radiación. [Revista en internet]. 2013 [citado 2014 12 18]. Disponible en: https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/1_Radiology/QuantitiesUnits.htm.
14. International Commission on Radiological Protection. Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT). ICRP102. [Revista en Internet]. 2007 [citado 2014 04 28]; 37:69-73. Disponible en: <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20102>.
15. American Association of Physicists in Medicine. The Measurement, Reporting, and Management of radiation dose in CT. APM. [Revista en internet]. 2008 enero [citado 2014 04 28]; 96: 6-11 Disponible en: <http://www.sepr.es/html/pubs/pubs.php?op=4&tip=2&idpub=460&search=&lstcats=17&lsttipos=&pag=1>.
16. Ramos N Oswaldo, Villareal U Manuel. Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico. Rev. chil. radiol. [Revista en internet]. 2013 [citado 2014 04 28]; 19(1):5-11. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082013000100003&lng=es.
17. Rodrigues Sonia Isabel, Abrantes Antonio Fernando, Ribeiro Luis Pedro, Almeida Rui Pedro Pereira. Estudo da dose nos exames de tomografia computadorizada abdominal em um equipamento de 6 cortes. Radiol Bras.[Revista en internet]. 2012 diciembre [citado 2014 04 08]; 45(6):326-333. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-39842012000600008&script=sci_arttext.
18. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection of Patients. [Revista en internet]. 2014 mayo [citado 2015 01 10]; Disponible en: <https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/Patients/patient-information-computed-tomography/ct-spanish.htm>.
19. International Atomic Energy Agency Vienna. Radiation Protection in Paediatric Radiology. [Revista en internet]; 2012 [citado 2014 12 22]. Disponible en:



http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1543_web.pdf.

20. Ulzheimer S, Leidecker C, Heidrun E. Dose Parameters and Advanced Dose Management on SOMATOM Scanners. Siemens. [Revista en internet]. 2012 [citado 2014 04 08]; p. 2-4. Disponible en: http://usa.healthcare.siemens.com/siemens_hwem-hwem_sxxa_websites-context-root/wcm/idc/groups/public/@us/@imaging/documents/download/mdaw/ndq2/~edis p/low_dose_session_27_v2-00308413.pdf.
21. Molineros Andrade J, Molina Cañizares F, Moreno Abarca S, Morejón Carrera C, Samaniego Mantillas N, Villalba Barrera P. Protección Radiológica. 2ª ed. Quito: Gráficas Ulloa; 2011. p. 72-76.
22. Cueva Viteri R. Vigilancia médica en los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. [Tesis Doctoral] Quito: Repositorio Digital USFQ. Universidad San Francisco de Quito; 2009 noviembre [citado 2014 4 29]. p.29-47. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/160/1/91215.pdf>.
23. International Commission on Radiological Protection, ICRP 105. Protección Radiológica en Medicina, Sociedad Argentina de Radioprotección, SAR. ICRP 105. [Revista en Internet]. 2011 mayo [citado 2014 04 28]; 37:38-41. Disponible en: <http://www.icrp.org/docs/P%20105%20Spanish.pdf>
24. Cascón A. Riesgos asociados a las radiaciones ionizantes. Rev Argent Cardiol. [Revista en internet]. 2009 [citado 2014 04 08]; 77:123-128 Disponible en: http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sac.org.ar%2Fweb_files%2Fdownload%2Frevista_articulos%2Ffiles%2F77-2-10-pdf-1642.pdf&ei=kjdEU4jLG-XA0gGqloGACQ&usg=AFQjCNHq4rZA5kEr7uPh3Fb5.
25. Mazas Arasona L. Dosis de radiación absorbida en tomografía computarizada. El Baúl Radiológico. [Revista en Internet]. 2012 diciembre [citado 2014 04 08]; Disponible en: <http://www.elbauradiologico.com/2012/12/dosis-de-radiacion-absorbida-en.html>.
26. Ciudad Platero J, Sánchez Reyes A, Sanjuanbenito Ruiz de Alda W, Velázquez Miranda S, Guirado Llorente D. Radiobiología Clínica. Madrid: Impresur Artes Gráficas; 2003. p.14-22
27. Wiest PW LJHP. CT scanning a major source of radiation exposure. Seming



Ultrasound CT MR. 2002 [citado 2014 12 28];23:402-410.

28. Applegate KE AEJSD. Radiation exposure from medical imaging procedures. N Engl J Med. 2007 [citado 2014 12 29] 357:2277-2284.
29. Unión Europea. Diario Oficial de la Unión Europea. [Revista en internet]. 2013 [citado 2015 01 18]. Disponible en: www.boes.es/doue/2014/013/L00001-000073.pdf.
30. Machado T A. Sociedad Brasileña de Protección Radiológica. [Revista en internet]. 2006 [citado 2015 01 17]. Disponible en: <http://www.sbpr.org.br/IRPA2013/programacaoirpa2013/IRPA2013/AMBAR/Dia16/14h50AdalbertoMachadoTejeda%5BlleanaFleitas%5DAmbar16.pdf>.
31. Andisco DE. Radioproteccionsar. [Revista en internet]. 2009 [citado 2015 02 04];Disponible en: www.radioproteccionsar.org.ar/online/doc/4jprp/6-AndiscoTAC.pdf.
32. I.Santan-Olalla Carcedo,E. Correidora Silva,R. Plaza Aparicio, G. Martin Martin, C. Huerga Cabrerizo. Dosis en TC Pediatricos. [Revista en internet]. 2005 [citado 2015 02 20];6: 231-235. Disponible en: http://www.sefm.es/fisica-medica/es/download/?n=2005_3_6_dosis-tc-pediatricos&idf=201_152_pdf_docrev.

I



7 ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE IMAGENOLOGÍA



DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO,
CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64
CANALES EN EL HOSPITAL "JOSÉ CARRASCO ARTEAGA"
CUENCA, SEPTIEMBRE 2014-FEBRERO DEL 2015.

FECHA:

FORMULARIO N°

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

HC/CI.

<input type="text"/>									
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

EDAD SEXO: HOMBRE MUJER

TIPO DE ESTUDIO:

CRÁNEO CUELLO TÓRAX ABDOMEN

KV	mAs	DLP
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....

Investigadores:

Andrea Cristina Montenegro Córdova
Henry Paul Toalón Idrovo



ANEXO 2

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE IMAGENOLOGÍA**



Cuenca, 07 de mayo del 2014

Dr. Juan Carlos Ortiz.
Director Técnico de Investigación y Docencia del Hospital José Carrasco Arteaga

Nosotros Andrea Montenegro Córdova y Henry Toalón Idrovo con C.I. 0105680557 y 1400477269 respectivamente, con domicilio en la ciudad de Cuenca; ante usted respetuosamente nos presentamos y exponemos:

Que en calidad de estudiantes de la carrera de Imagenología de la Universidad de Cuenca, solicitamos a usted las facilidades para realizar nuestro trabajo de investigación tema:

“Dosis Efectiva de Radiación utilizada en estudios de Cráneo, Cuello, Tórax y Abdomen con un Tomógrafo Multicorte de 64 Canales en el Hospital “José Carrasco Arteaga”. Cuenca, septiembre del 2014 - febrero del 2015”.

En espera de su amable acogida a nuestra petición
Reciba un cordial saludo.

Atentamente

.....
Andrea Montenegro C.
CI. 0105680557

.....
Henry Toalón I.
CI. 1400477269



ANEXO 3



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
COMISIÓN DE ASESORÍA DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN C.A.T.I.

COMISIÓN DE ASESORÍA DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS MÉDICAS,

I N F O R M A

Que, los estudiantes Andrea Montenegro Córdova, y Henry Toalón Idrovo, como requisito previo a la obtención del título de fin de carrera en la Facultad de Ciencias Médicas, presento el protocolo de trabajo de investigación titulado "DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TÓRAX Y ABDOMEN CON UN TÓMOGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL JOSÉ CARRASCO ARTEAGA. CUENCA, JULIO-NOVIEMBRE DEL 2014.", el mismo que fue Aprobado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Médicas el 10 de septiembre del presente año, debiendo presentar su trabajo de investigación el 10 de marzo de 2015.

Cuenca, septiembre 11 de 2014


Lidia Aydes Angulo R.
PRESIDENTA DE LA COMISIÓN

Cuenca: Patrimonio Cultural de la Humanidad
Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril s/n. (El Paraíso) Telf: 593-7-4051000 Ext: 3100 Email: pilar.verdugos@ucuenca.edu.ec
Cuenca - Ecuador

ANEXO 4


IESS
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
HOSPITAL JOSÉ CARRASCO ARTEAGA
COORDINACIÓN GENERAL DE DOCENCIA

Cuenca, 30 de septiembre de 2014
 Ofc. Nro. 133031241-004

Ingeniero
Andrés Calero Márquez
 COORDINADOR GENERAL DE CONTROL DE CALIDAD
 Presente

De mi consideración:

La Coordinación General de Investigación, informa a usted, haber autorizado a los señores estudiantes de la Universidad de Cuenca, Andrea Montenegro Córdova y Henry Toalón, el acceso a las historias clínicas con el fin de que pueda desarrollar su trabajo de graduación, sobre el tema: "DOSIS DE RADIACION EFECTIVA UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TORAX, Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL JOSE CARRASCO ARTEAGA, CUENCA, SEPTIEMBRE DE 2014 -FEBRERO DE 2015".

Sírvase en disponer a quién corresponda, dar las facilidades necesarias para la ejecución de dicha investigación.

De usted,

Atentamente,



HOSPITAL JOSÉ CARRASCO ARTEAGA
IESS
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
DR. MARCO RIVERA ULLAURI
 COORDINADOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Elaborado por:	Tania Crespo	
Revisado por:	Dr. Marco Rivera	
Aprobado por:	Dr. Marco Rivera	
Fecha:	30/09/2014	

Av. José Carrasco Arteaga entre Popayan y Pacto Andino Conmutador: 07 2861500 Ext. 2053 P.O. Box 0101045 Cuenca – Ecuador, Docencia telf: 07 2864898 E-mail: idocenciahja@hotmail.com

ANEXO 5


IESS
SISTEMA ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
**INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
 HOSPITAL JOSÉ CARRASCO ARTEAGA
 COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

Cuenca, 22 de septiembre de 2014
 Ofc. No. 133031241- 002

Doctor
MARCELO OCHOA PARRA
 COMITÉ DE BIOÉTICA DEL HOSPITAL "JCA"
 Presente

De mi consideración:

Mediante el presente pongo en su conocimiento el trabajo para obtener el título de licenciatura en imagenología sobre: **DOSIS DE RADIACION EFECTIVA UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TORAX Y ABDOMEN CON UN TOMÓGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL JOSE CARRASCO ARTEAGA. CUENCA, SEPTIEMBRE – FEBRERO DEL 2014**, de los señores Andrea Cristina Montenegro Córdova, Henry Paúl Toalón, de la Universidad de Cuenca, a fin de que el Comité de Bioética se pronuncie sobre la factibilidad de autorizar lo solicitado.

Con mi consideración más distinguida, de usted.

Atentamente,



DR. MARCO RIVERA ULLAURI
 COORDINACION GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Elaborado por:	Tania Crespo	
Revisado por:	Dr. Marco Rivera	
Aprobado por:	Dr. Marco Rivera	
Fecha:	22/09/2014	

Av. José Carrasco Arteaga entre Popayan y Pacto Andino Conmutador: 07 2861500 Ext. 2053 P.O. Box 0101045 Cuenca – Ecuador, Docencia telf: 07 2864898 E-mail: idocenciahjca@hotmail.com

ANEXO 6


IESS
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
HOSPITAL JOSÉ CARRASCO ARTEAGA
COORDINACIÓN GENERAL DE DOCENCIA
ACTA DE ENTREGA RECEPCION
TESIS DE FIN DE CARRERA

En la ciudad de Cuenca, a los 17 días del mes de septiembre del presente año, recibo un documento:

FECHA DE RECEPCION	17/09/2014
FECHA ACEPTACION DE	
TITULO	DOSIS DE RADIACION EFECTIVA UTILIZADA EN ESTUDIOS DE CRÁNEO, CUELLO, TORÁX, Y ABDOMEN CON UN TOMOGRAFO MULTICORTE DE 64 CANALES EN EL HOSPITAL JOSE CARRASCO ARTEAGA, CUENCA
CONTENIDO	
AUTORES	ANDREA CRISTINA MONTENEGRO CORDOVA, HENRY PAUL TOALON IDROVO
CORREO ELECTRONICO	henry.hp@hotmail.es
DIRECCION	Honorato Vázquez y Manuel Vega
TELEFONO	
CELULAR	0959956610 / 0993765846
REVISORES	

Para constancia de lo actuado se firma en original y una copia



TANIA CRESPO ASTUDILLO
SECRETARIA



HENRY PAUL TOALON IDROVO
INTERESADO

Av. José Carrasco Arteaga entre Popayan y Pacto Andino Conmutador: 07 2861500 Ext. 2053 P.O. Box 0101045 Cuenca – Ecuador, Docencia telf: 07 2864898 E-mail: idocenciahjca@hotmail.com