

# EVALUACIÓN DE LA DOSIS RECIBIDA POR PACIENTES ADULTOS Y PEDIÁTRICOS EN EXÁMENES DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Lic. María F. Jiménez Lavié<sup>1</sup>, MSc. Adalberto Machado Tejeda<sup>1</sup>, Dra. Anisia Otaño<sup>2</sup>, Lic. Dora Maya Zúñiga<sup>2</sup>, Tec. Jorge Hing Perdomo<sup>3</sup>, Gustavo Guadarrama Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED)  
Calle 4, n° 455 (altos), entre 19 y 21, Plaza de la Revolución, La Habana

[felicia@cceem.sld.cu](mailto:felicia@cceem.sld.cu)  
[adalberto@cceem.sld.cu](mailto:adalberto@cceem.sld.cu)

<sup>2</sup>Hospital Pediátrico Centro Habana

<sup>3</sup>Hospital Docente Clínico Quirúrgico Freyre Andrade.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la dosis recibida por pacientes adultos y pediátricos debido a la ejecución de exámenes de Tomografía Computarizada de cráneo, tórax y abdomen, así como establecer un análisis comparativo entre estos resultados y los protocolos empleados que conlleven a iniciar un proceso de optimización en dicha práctica.

Se determinó el Índice de Dosis en Tomografía Computarizada Ponderado ( $C_w$ ) y el Producto Kerma Longitud ( $P_{KL,CT}$ ), a partir de las medidas realizadas en maniqués cilíndricos de PMMA de 16 y 32 cm de diámetro con una cámara lápiz de 10 cm de longitud debidamente calibrada. Los resultados obtenidos indican que para pacientes adultos, 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 para TC de abdomen. El  $P_{KL,CT}$  varió desde 156,41 a 203,33 mGycm para cráneo, 378,95 a 421,85 mGycm para tórax, 206,46 a 235,37 mGycm para abdomen. El  $C_w$  fue de 15,641 mGy para cráneo, 14,3 mGy para tórax y de 10,8 mGy para abdomen. En el caso de pacientes pediátricos se tuvo: Dosis Efectiva en el rango de 0,87 a 3,12 mSv para cráneo; 3,16 a 5,96 mSv para tórax y 2,69 a 4,94 mSv para abdomen, el  $P_{KL,CT}$  estuvo entre 251,43 a 326,55 mGycm para TC de cráneo; 173,75 a 326,65 mGycm para tórax y 97,90 a 329,56 mGycm para abdomen. El  $C_w$  fue de 23,3 mGy para cráneo; 13,9 mGy para tórax y de 6,119 a 10,770 mGy para abdomen.

Los protocolos empleados en pediatría no se encuentran ajustados teniendo en cuenta la edad y dimensiones de los pacientes. Los indicadores de dosis superan a los obtenidos en adultos.

Palabras claves: Exposición Médica, Índice de Dosis en Tomografía Computarizada, Producto Dosis Longitud, Dosis Efectiva.

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre los medios de diagnóstico por imagen que emplean radiaciones ionizantes, la Tomografía Computarizada (TC) juega un rol primordial debido a sus disímiles atributos y a su valor clínico incuestionable, lo que ha causado un incremento en su uso, convirtiéndola en una de las principales contribuyentes a la dosis colectiva a la población<sup>1</sup>: 67% en Estados Unidos y 40% en Europa<sup>2</sup>.

Los Programas de Garantía de Calidad de conjunto con la dosimetría a pacientes recaban especial atención, si tenemos en cuenta que en TC las dosis de radiación impartidas presentan el riesgo de inducir efectos estocásticos con las consiguientes anomalías genéticas y carcinógenas, ya que en general no alcanzan los valores umbrales para la inducción de efectos deterministas<sup>3</sup>. En algunos casos, tanto para pacientes adultos como pediátricos llegan a ser superiores a la deseada, necesiándose que sea reducida sin la pérdida significativa de

información diagnóstica<sup>4</sup>, tal como lo recomienda la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)<sup>5</sup>, si tenemos en cuenta su elevada radiosensibilidad y la creciente probabilidad de aparición de daños por radiación en comparación con pacientes adultos.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la dosis recibida por pacientes adultos y pediátricos debido a la ejecución de exámenes de Tomografía Computarizada de cráneo, tórax y abdomen, así como establecer un análisis comparativo entre estos resultados y los protocolos empleados que conlleven a iniciar un proceso de optimización en dicha práctica.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Selección de los estudios y datos de pacientes.

La investigación se llevó a cabo en dos instituciones de salud de la capital del país, una correspondiente a la atención de pacientes pediátricos (A) y otra a la población adulta (B). Dichas entidades cuentan con equipos de Tomografía Computarizada Helicoidal Monocortes (TCHM) Shimadzu SCT-7800TC.

Para determinar la frecuencia de los exámenes que se realizan en cada servicio se efectuó un análisis de éstos en un periodo de 30 días, obteniéndose que los protocolos de exploración más comunes para ambos centros los constituyen: cráneo, tórax y abdomen, representando el 70%, 7% y 6%, para la entidad A y del 56%, 19%, 8% y 14% respectivamente para B. Tabla 1.

**Tabla 1. Número de pacientes por examen.**

Protocolo de Examen	Total de casos	
	A (81)	B (72)
Cráneo	57 (70%)	40 (56%)
Tórax	6 (7%)	14 (19%)
Abdomen	5 (6 %)	10 (14 %)

Para estudios de pediatría la muestra abarcó 68 niños. La misma se dividió teniendo en cuenta la edad de los pacientes, abarcando rangos entre 0-1, 1-5, 5-10 y 10-15 años; lo cual nos permite tener en cuenta las diferencias existentes en relación a las dimensiones y características anatómicas de éstos. Para la población adulta se seleccionaron 64 pacientes comprendidos en el rango de edad de 20 a 70 años. Tabla 2.

**Tabla 2. Número de casos por examen y rango de pacientes.**

Entidades	Examen	Rango de edad (años)				
		0-1	1-5	5-10	10-15	Adultos
A	Cráneo	4	13	17	23	-
	Tórax	-	4	-	2	-
	Abdomen	-	3	1	1	-
B	Cráneo	-	-	-	-	40
	Tórax	-	-	-	-	14
	Abdomen	-	-	-	-	10

## 2.2 Descriptores de dosis

El Índice de Dosis Ponderado en TC ( $C_w$ ) y el Producto Kerma Longitud ( $P_{KL,CT}$ ) constituyen los principales descriptores de dosis a utilizar en este trabajo, teniendo en cuenta que conforman las magnitudes apropiadas para el establecimiento de niveles de referencia a fin de optimizar la exposición del paciente<sup>6</sup>. Las mismas fueron determinadas con ayuda de una cámara lápiz de 10 cm de longitud activa modelo 10x5-3CT y un monitor de radiación Radcal 9010 sobre maniqués de acrílicos diseñados para simular el cráneo (16 cm de diámetro) y el cuerpo (32 cm) de las personas<sup>7</sup>.

Para el caso de la población infantil se utilizó solamente el maniquí de 16 cm de diámetro al considerarse que posee un tamaño estándar para todas las exploraciones en pacientes pediátricos de cualquier edad<sup>8</sup>.

Con ayuda del  $P_{KL,CT}$  y los factores de dosis efectiva normalizada<sup>9</sup> se estimó la Dosis Efectiva (E) relativa a pacientes adultos y pediátricos para cada grupo de edad y región anatómica, teniendo en cuenta su utilidad para realizar comparaciones con otros tipos de procedimientos radiológicos. Tabla 3.

**Tabla 3. Valores normalizados de dosis efectiva por producto kerma-longitud sobre diferentes regiones anatómicas y edades de pacientes**

Región anatómica	Valor normalizado de Dosis efectiva por Producto kerma Longitud según edad del paciente				
	0-1 año	[1 – 5) años	[5 – 10) años	[10 – 15) años	Adultos
Cabeza y cuello	0,013	0,0085	0,0057	0,0042	0,0031
Cabeza	0,011	0,0067	0,0040	0,0032	0,0021
Cuello	0,017	0,012	0,011	0,0079	0,0059
Tórax	0,039	0,026	0,018	0,013	0,014
Abdomen y Pelvis	0,049	0,030	0,020	0,015	0,015

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Protocolos

De la información recogida se observa que todos los procedimientos se ejecutaron en modo helicoidad y pitch 1 a excepción de los estudios de abdomen para pacientes adultos, donde se empleó 1,6. La tabla 4 muestra los valores de los parámetros técnicos utilizados en cada centro para realizar los exámenes objetos de interés.

**Tabla 4. Parámetros técnicos de operación para cada centro y protocolo de examen.**

Examen	Parámetros	Rango de Edad				
		Institución A				Institución B
		0-1	1-5	5-10	10-15	Adultos
Cráneo	kV	120	120	120	120	120
	mA	100	100	100	100	130
	T	3/5	3/5	3/5	3/5	7
	Nº de cortes	12/17	12/18	12/18	12/19	16
	t(s)	1,6	1,6	1,6	1,6	1

**Tabla 4. Parámetros técnicos de operación para cada centro y protocolo de examen.  
(Cont.)**

Examen	Parámetros	Rango de Edad				
		Institución A				Institución B
		0-1	1-5	5-10	10-15	Adultos
Tórax	kV	N/D	120	N/D	120	120
	mA		100		100	160
	T		5		5	7
	N° de cortes		29		41	40
	t(s)		1		1	1
Abdomen	kV	N/D	120	120	120	120
	mA		50	50	80	150
	T		5	5	7	5
	N° de cortes		34	43	44	65
	t(s)		1	1	1	1

N/D-No Disponibilidad de valores por falta de datos de pacientes.

### 3.2 Dosis a pacientes

En las tablas 5 y 6 se presentan los valores medios de las magnitudes dosimétricas calculadas y la comparación con otros autores (tercer cuartil) respectivamente.

**Tabla 5. Valores medios de las magnitudes dosimétricas calculadas por rango de edad y centro de salud.**

Centro	Edad	Cráneo			Tórax			Abdomen		
		C <sub>w</sub> (mGy)	P <sub>KL,CT</sub> (mGycm)	E (mSv)	C <sub>w</sub> (mGy)	P <sub>KL,CT</sub> (mGycm)	E (mSv)	C <sub>w</sub> (mGy)	P <sub>KL,CT</sub> (mGycm)	E (mSv)
A	0-1	23,3	276	3,03	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	1-5	23,3	284,4	1,90	13,9	201,5	5,24	6,1	105,0	3,15
	5-10	23,3	285,5	1,42	N/D	N/D	N/D	6,1	134,6	2,69
	10-15	23,3	287,8	0,92	13,9	284,9	3,70	10,8	329,5	4,94
B	Adultos	15,6	171,2	0,36	14,3	400,4	5,65	10,8	221,8	3,32

**Tabla 6. Comparación entre los valores de dosis alcanzados y los propuestos por otros autores**

Centro	Edad	Cráneo			Tórax			Abdomen		
		C <sub>w</sub> (mGy)	P <sub>KL,CT</sub> (mGycm)	E (mSv)	C <sub>w</sub> (mGy)	P <sub>KL,CT</sub> (mGycm)	E (mSv)	C <sub>w</sub> (mGy)	P <sub>KL,CT</sub> (mGycm)	E (mSv)
A	0-1	25/40 <sup>a</sup>	285/300 <sup>a</sup>	3,12	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	1-5	25/60 <sup>a</sup>	305/600 <sup>a</sup>	2,04	14/30 <sup>a</sup>	230/230 <sup>a</sup>	5,24	6	110	3,26
	5-10	25/70 <sup>a</sup>	285/750 <sup>a</sup>	1,13	N/D	N/D	N/D	6	135	2,70
	10-15	25	285	0,91	14	306	3,98	11	330	4,94
B	Adultos	16/60 <sup>b</sup>	180/1050 <sup>b</sup>	0,38	14/30	422/650	5,90	11/35 <sup>b</sup>	332/780 <sup>b</sup>	3,46

<sup>a</sup>Datos para Europa publicados en el 2000<sup>8</sup>

<sup>b</sup>Valores de referencia para adultos, propuestos por la Comisión Europea en 1999<sup>10</sup>

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1 Protocolos de examen

Los valores de los parámetros técnicos empleados en cada examen de pediatría son similares para los distintos rangos de edades, llegando a ser la carga del tubo (mAs) y la longitud de barrido superior a la empleada en pacientes adultos para estudios de cráneo.

En las exploraciones de tórax y abdomen no se tienen en cuenta las características anatómicas de los niños al comprobarse que la corriente del tubo se selecciona arbitrariamente, denotando falta de correlación entre ésta y el peso de dichos pacientes.

### 4.2 Dosis a pacientes

Los valores de dosis (C<sub>w</sub> y P<sub>KL,CT</sub>) obtenidos en la investigación se encuentran por debajo de los valores de referencia que aparecen en la Guía Europea<sup>10</sup> para pacientes adultos, así como por los publicados por otros autores<sup>8</sup> para exámenes de cráneo y tórax en pediatría.

De la tabla 6 se observa que los valores de dosis en estudios de cráneo para la población infantil superan a los calculados para adultos, donde la dosis efectiva aumenta con la disminución de la edad. Para el resto de los estudios, en el rango de edad de 1-5 años, esta magnitud (E) es similar a la de pacientes adultos

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que no existen diferencias entre los parámetros técnicos empleados para un mismo procedimiento de barrido para los distintos grupos de edades,

evidenciado fundamentalmente por el empleo de parámetros de exploración no ajustados sobre la base del tipo de examen, edad y peso del paciente pediátrico, llegando a ser superiores en ocasiones a los utilizados en pacientes adultos, lo que provoca el aumento de la probabilidad de que sean expuestos innecesariamente a altas dosis de radiación.

### Bibliografía

1. Crawley MT, Booth A and Wainwright A. A practical approach to the first iteration in the optimization of radiation dose and image quality in CT: estimates of the collective dose savings achieved. *BJR*. **74**, pp. 607-614 (2001)
2. Brenner DJ, Hall EJ. "Computed tomography: an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*, **357**, pp. 2277 – 2284 (2007)
3. Morán-Blanco LM, Rodríguez-González R, Calzado-Cantera A, et al. Evaluación de la calidad de imagen y de la dosis en exámenes de TC helicoidal de tórax en pacientes con carcinoma de pulmón. Resultados preliminares. *Radiología*. **44(6) pp.** 229-236 (2002)
4. Otha W. Linton, Fred A. Mettler, Jr. National Conference on Dose Reduction in CT, with an Emphasis on Pediatric Patients. *AJR*, **181** (2003)
5. International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Radiological Protection and Safety in Medicine: ICRP Publication 73*, Pergamon Press, Oxford (1996).
6. Hatzioannou K, Papanastassiou E, Delichas M, Bousbouras P. A contribution to the establishment of diagnostic reference levels in CT. *BJR*. **76** pp. 541-545 (2003).
7. Nagel HD. *Radiation exposure in CT*, 4th ed. Hamburg, Germany: CTB Publications, 2002:1 -88
8. Shrimpton PC, Wall BF. "Reference doses for paediatric computed tomography" *Radiation Protection. Dosimetry*, **90**, pp. 249-252 (2000)
9. Shrimpton PC, Hiller MC, Lewis MA, and Dunn M, "National survey of doses from CT in the UK: 2003", *British Journal of Radiology*, **79**, pp. 968-980 (2006)
10. European Commission, "European guidelines on quality criteria for computed tomography". EUR16262 EN, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, <http://www.dr.dk/guidelines/ct/quality/index.htm> (1999)