

## CONTROL DE CALIDAD EN RADIODIAGNOSTICO CONVENCIONAL

### QUALITY CONTROL IN CONVENTIONAL RADIODIAGNOSTIC

*Lic. Angel Gabriel Infante Pineda<sup>1</sup>,  
Lic. Reinier Reyes Montoya<sup>2</sup>,  
Dr. Denny González Mustelier<sup>3</sup>,  
Lic. Osmaris Garbey Mustelier<sup>4</sup>,  
Dr. Eliecer Prades Hung<sup>5</sup>*

1 Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Cuba, Trinidad #407 e/ San Pedro y Santo Tomás, [salud.ambiental@medired.scu.sld.cu](mailto:salud.ambiental@medired.scu.sld.cu)

2 Hospital Rural “Alberto Fernández Montes de Oca”, Cuba, [salud.ambiental@medired.scu.sld.cu](mailto:salud.ambiental@medired.scu.sld.cu)

3 Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Cuba, [uats@medired.scu.sld.cu](mailto:uats@medired.scu.sld.cu)

4 Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Cuba, [ogar.beym@medired.scu.sld.cu](mailto:ogar.beym@medired.scu.sld.cu)

5 Hospital Materno Norte “Tamara Bunque”, Cuba, [uats@medired.scu.sld.cu](mailto:uats@medired.scu.sld.cu)

#### 1. INTRODUCCION

La protección radiológica (PR) o radioprotección es una disciplina científica moderna, y joven en el tiempo, pues nació con posterioridad a los descubrimientos de *Roentgen* en 1895 y a los trabajos siguientes de *Henri Becquerel*, los esposos *Curie* y de *Villard* a principios del siglo XX. Estos descubrimientos de las radiaciones ionizantes, fenómeno físico desconocido hasta entonces (*Roentgen* descubrió los rayos X, *Becquerel* la radiación natural, los esposos *Curie* el *radium* y *Villard*, los rayos gamma) conmocionaron las ciencias físicas y médicas. Los primeros se nombraron Rayos X, por ser algo desconocido, lo incógnito. Como desconocido al fin, se ignoraba todo sobre ellos y había que empezar a conocerlos y a estudiarlos. Se descubrió tempranamente que eran útiles en el tratamiento del cáncer, que hasta entonces sólo se trataba sin éxito.

En la época del auge de los estudios sobre esta materia en el mundo y sobre todo, en los EE.UU., uno de los primeros que desarrollaron cursos y conferencias en Cuba sobre la energía

atómica fue el profesor de Física de la Universidad de La Habana *Marcelo Alonso*. El Dr. *Ovidio La Osa Capote* estudió con *Alonso*; con el tomó cursos en los laboratorios de *Oak Ridge* para actualizar sus conocimientos, además de haber sido el iniciador de las investigaciones en medicina nuclear en 1950, en lo que es hoy el Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología (INOR).

En realidad, antes de 1959 se desconocían los antecedentes y no había tradición referente a la protección radiológica en Cuba. El pionero, el alma, el motor impulsor de esta disciplina en el país fue el Dr. *Jorge Gaviñondo González*, profesor de Radiología de la Escuela de Medicina de la Universidad de La Habana, con formación profesional en Cuba y en los EE.UU. donde se familiarizó con esta especialidad, la organizó y desarrolló en la nación cubana. Su inteligencia y energía, sus características personales y sus relaciones con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) fueron decisivas. Dirigió la protección radiológica en el INOR hasta su muerte; desde entonces dirige esta disciplina su discípulo *José Marco Hernández*, quien fue el primer físico que trabajó en el Instituto de Oncología en

1970. En 1963 se creó en el INOR una comisión para estudiar y ofrecer protección a sus trabajadores profesionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes. Al constatarse la necesidad de transformar el programa local en un programa nacional el Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba (MINSAP), envió un médico a Checoslovaquia, becado por la OIEA para estudiar protección radiológica. En 1966 el Consejo Científico del MINSAP creó la Comisión de Protección Radiológica para orientar sobre la protección del trabajador expuesto y a la población en general. La Comisión de Protección Radiológica fue asesorada por el experto de la OIEA, profesor *Znedek Spurny*. En ese contexto se detectaron medidas de protección insuficientes y sobre rayos X diagnóstico. En el año 1966, la Comisión de Protección Radiológica ofreció en La Habana un curso sobre este tema para médicos radiólogos, higienistas y técnicos de rayos X, a cargo del profesor *Spurny*. En 1967 se iniciaron viajes de inspección por el país, además fue becado por la OIEA un médico para recibir un curso sobre el tratamiento de los residuos radiactivos, en *Oxford*, Inglaterra.

El Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba viene prestando, desde hace varios años, especial atención a la problemática de la protección radiológica y el control de la calidad en esta esfera. En tal sentido, en el año 1992 fue creado el Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM), quien ha promovido trabajos de estudios de radiodiagnóstico desde sus inicios, contando siempre con el apoyo de Organismos Internacionales, como la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (IOEA) [2].

Actualmente los rectores de dicha función en Cuba lo conforman el Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN) y el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR).

Como parte de los enormes esfuerzos de Cuba para garantizar la protección radiológica de la población cubana se han venido realizando desde el año 2000, numerosos estudios en los departamentos de radiología del Sistema Nacional de Salud con el fin de evaluar el cumplimiento de los parámetros físicos de los equipos y las características del personal, ya que influyen en la calidad del diagnóstico radiológico, el que a su vez constituye una importante guía para la decisión terapéutica.

De hecho, son la principal fuente de radiaciones que soporta el ciudadano medio, aunque bien es cierto que solo son peligrosas si se realizan con mucha frecuencia; motivo por el cual se han realizado pocos estudios sobre este tema, ignorándose el riesgo que estas pueden ocasionar a largo plazo.

Los riesgos, reducidos pero posibles, son mayores cuando se trata de población infantil, por dos razones: en primer lugar, porque la mayor expectativa de vida permite que, con el paso del tiempo, se manifiesten las consecuencias de un daño que tuvo su origen en la infancia, algo que en un adulto no llegaría a ocurrir, porque falta el parámetro tiempo y en segundo lugar, porque la actividad celular en un organismo joven es mucho mayor, pero también lo es la sensibilidad de sus células a la radiación. Estudios recientes muestran que, aún tratándose de un riesgo remoto, los 10-15 primeros años de vida son, comparativamente, los que exigen mayor cautela.

El presente estudio se llevó a cabo en la ciudad de Santiago de Cuba, en el departamento de radiodiagnóstico perteneciente al Hospital Pediátrico Sur.

Se tuvo como situación problemática que el servicio de radiodiagnóstico del Hospital Pediátrico Sur no cumple con los requisitos descritos en la Resolución Cubana #19. Además, la dosis en pacientes de 0 a 1 año difiere de los límites permisibles al reporte emitido en la Sección 55 del Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiación Atómica (Viena, 2007).

Por lo que se propuso como problema científico para esta investigación:

Insuficiencias en el dominio de la dosis de entrada para estudios radiológicos de tórax, cráneo y abdomen en pacientes de entre 0 y 1 año de edad por técnicos radiólogos del Hospital Pediátrico Sur.

Lo que determinó que el objeto de esta investigación sea:  
Servicio de radiografía pediátrica convencional.

Por tanto, como objetivos generales se seleccionaron:

1. Elevar el conocimiento de los técnicos radiólogos del Hospital Pediátrico Sur sobre la dosis de entrada para estudios radiológicos de tórax, cráneo y abdomen en pacientes entre 0 y 1 año de edad
2. Elevar el conocimiento de los técnicos radiólogos del Hospital Pediátrico Sur sobre la exactitud de los parámetros electrotécnicos de los equipos de radiodiagnóstico convencional.

Se establecieron como objetivos específicos:

1. Identificar el estado actual del problema de investigación.
2. Elevar el conocimiento de los técnicos radiólogos del Hospital Pediátrico Sur sobre la exactitud de los parámetros electrotécnicos de los equipos de radiodiagnóstico convencional.

3. Elevar el conocimiento de los técnicos radiólogos del Hospital Pediátrico Sur sobre la dosis de entrada para estudios radiológicos de tórax, cráneo y abdomen en pacientes entre 0 y 1 año de edad.
4. Fundamentar el comportamiento de la dosis recomendada para estudios radiológicos de tórax, cráneo y abdomen en pacientes de 0 a 1 año de edad.
5. Fundamentar los resultados obtenidos en cuanto a exactitud de los parámetros electrotécnicos de los equipos de radiodiagnóstico convencional.

El método de investigación que se empleó fue el analítico transversal. Se evaluó el servicio de radiodiagnóstico del Hospital Pediátrico Sur partiendo de sus características y aspectos que lo conforman en mayo del 2011, a través de mediciones directas de las dosis de rayos X que se utilizaban para la realización de los estudios en pacientes de 0 a 1 año de edad.

## 2. METODOLOGÍA

En el presente estudio se ejecutaron las pruebas de calidad exclusivamente a las prácticas de categoría III según Resolución Ministerial 19 y se utilizó la Guía Técnica GT-07 del CCEEM (Centro de Control Estatal de Equipos Médicos) en vigor desde el 5/5/98, con el fin de desarrollar progresivamente una mayor sensibilidad respecto a control y garantía de calidad en los servicios de radiodiagnóstico médico en hospitales pediátricos de nuestro país.

La investigación se realizó en el departamento de rayos X diagnóstico del Hospital Pediátrico Sur en mayo del 2011, evaluándose las 2 salas de radiodiagnóstico que fueron identificadas con los números I y II. En la Sala I se comprobó el funcionamiento del equipo de rayos X SEDECAL SHF-515, monofásico, con una tensión máxima de 150

kVp y en la Sala II el equipo TOSHIBA KXO-32S, monofásico, con una tensión máxima de 150 kVp. Empleándose para todos los estudios chasis cargados de 24x30 cm<sup>2</sup>.

## 2.1 EQUIPOS Y MEDIOS EMPLEADOS

Para la realización de las mediciones, los equipos y medios que se emplearon fueron:

- ❖ DIADOS PTW es un dosímetro de diagnóstico, con 2 detectores semiconductores para medición de kerma en aire, tasa de dosis o tiempo de exposición en mamografía, fluoroscopia, rayos X dental y rayos X convencional. Certificado de Calibración CDR/1009\_emitido el 17 de noviembre del 2011 por el Laboratorio Secundario de Dosimetría Externa perteneciente al Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones.
- ❖ Conjunto de filtros de aluminio de 99% de pureza (0.1 mm, 0.5 mm, 1 mm y 2.0 mm) para cálculos de la capa hemirreductora.
- ❖ Test de Leeds para cálculos de resolución espacial así como para cálculos de alto y bajo contraste.
- ❖ Cinta métrica de 1.5 metros.
- ❖ Luxómetro TOSHIBA para cálculos de intensidad luminosa e iluminación de los negatoscopios.
- ❖ Termómetro para medir la temperatura en cada sala de exposición.
- ❖ Densitómetro DENSIX de la marca PTW para la medición de Densidad Óptica en las radiografías.

## 2.2 PRUEBAS REALIZADAS

1. Inspección física de la instalación
2. Coincidencia del haz de radiación con el haz luminoso y alineación del centro del campo de radiación con el centro de la imagen.
3. Exactitud de la escala indicadora de distancia

4. Perpendicularidad mesa-tubo de rayos X
5. Determinación de la capa hemirreductora (CHR)
6. Reproducibilidad, linealidad y rendimiento del generador
7. Exactitud y Reproducibilidad del tiempo de exposición
8. Test de Leeds
9. Medición de Densidad Óptica
10. Prueba sobre deterioro del chasis
11. Determinación de la dosis de entrada en pacientes
12. Iluminación

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Inspección Física de la Instalación

En enero del presente año se detectaron 43 exigencias en materia de inspección sobre Protección Radiológica de ellas tan sólo se cumplieron 20 para un 46,5% por lo que se puede calificar el cumplimiento de las exigencias de inspección como de MAL [13].

### 3.2 Coincidencia del haz de radiación con el haz luminoso

El campo luminoso y el de radiación superan las discrepancias establecidas (> 2% de DFP) en el equipo de marca SEDECAL como resultado del retraso que poseen los colimadores en 2 direcciones, mientras que en el TOSHIBA las discrepancias se encuentran dentro del rango establecido.

### 3.3 Exactitud de la escala indicadora de distancia

Se comprobó que para los dos equipos la escala indicadora de distancia fuente-receptor (DFP) de imagen es confiable dentro de la tolerancia establecida (<2% de DFP), para la realización de estudios radiográficos.

#### Sala I

$$E(\%) = \frac{(DFP_{medida} - DFP_{indicada})}{DFP_{indicada}} * 100$$

$$E(\%) = [(100 - 99.5)/99.5] * 100$$

$$E(\%) = 0.5\%$$

**Sala II**

$$E(\%) = \frac{(DFP_{medida} - DFP_{indicada})}{DFP_{indicada}} * 100$$

$$E(\%) = [(100 - 99.7)/99.7] * 100$$

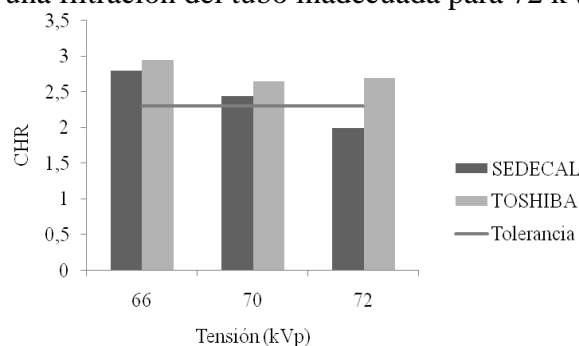
$$E(\%) = 0.3\%$$

**3.4 Perpendicularidad mesa-tubo de rayos X**

Para ambos equipos los resultados fueron positivos cumpliendo con la tolerancia establecida (<2% de DFP) como se muestra a continuación:

**3.5 Determinación de la capa hemirreductora (CHR)**

El cálculo de la capa hemirreductora para el equipo SEDECAL resultó estar dentro de la tolerancia establecida ( $\geq 2.3$  mm Al) solo para los voltajes de 66 y 70 kVp respectivamente mientras que el TOSHIBA no presenta problemas para ningún voltaje (Figura 1). Este comportamiento del SEDECAL es causado por una filtración del tubo inadecuada para 72 kVp.



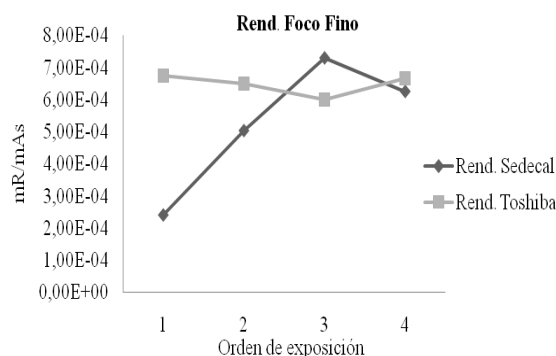
**Fig. 1** Capa hemirreductora

**Sala I**

Posición	Desplazamiento o centro del retículo (cm)	Cuadrante	% de DF M
Izquierda	0.40 cm	Izquierdo	0.40
Derecha	0.10 cm	Derecho	0.10
Centro	1.00 cm	Derecho	1.00

**Tabla 1.** Resultados equipo SEDECAL

**3.6 Reproducibilidad, linealidad y rendimiento del generador**



**Fig. 2** Rendimiento para foco fino

**Sala II**

Posición	Desplazamiento o centro del retículo (cm)	Cuadrante	% de DF M
Izquierda	1.00	Derecho	1.00
Derecha	0.50	Derecho	0.50
Centro	0.30	Derecho	0.30

**Tabla 2.** Resultados equipo TOSHIBA

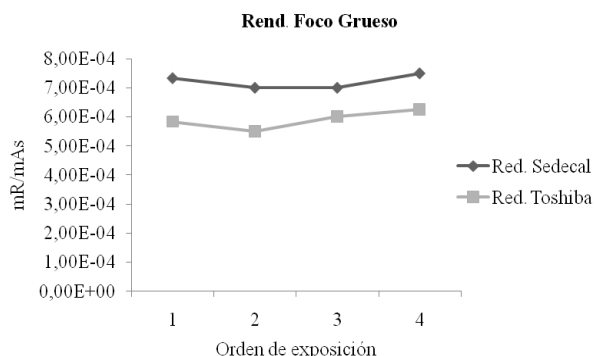


Fig. 3 Rendimiento para foco grueso

Aunque los valores de rendimiento para el TOSHIBA en ambos focos se mantienen estables en comparación con el SEDECAL: ambos equipos presentan problemas técnicos y no cumplen con la tolerancia establecida ( $4.0 \pm 1.5$  mR/mAs para generador monofásico a 80 kVp y 100 cm del punto focal), debido a la sobreexplotación de ambos equipos y la situación es peor en el segundo caso porque lleva un mayor tiempo de explotación. Además ninguno de los dos equipos cuentan con un mantenimiento preventivo eficiente ni periódico. Un factor importante que podría influir en este comportamiento es la descalibración de la combinación mAs que quedó pendiente por el personal de electromedicina (Fig. 2 y 3).

En general, todas las mediciones en cuanto a reproducibilidad de la exposición están dentro de la tolerancia ( $< \pm 5\%$ ) excepto para el SEDECAL (5.97%) para 160 mA en el foco fino a causa de que su rendimiento tiene una tendencia a desestabilizarse elevándose a un valor pico en la tercera exposición y decayendo en la cuarta.

Para valores de mA adyacentes entre 100 y 500 no existe problema de linealidad (tolerancia:  $< 0.1$  para cada punto focal por separado) en ninguno de los dos equipos.

### 3.7 Exactitud y Reproducibilidad del tiempo de exposición

Los equipos, para el rango de tiempos (0.005-0.010 s), de exposición seleccionados no presentan problemas en cuanto a reproducibilidad y exactitud ( $CV < 10\%$  y  $< \pm 20\%$ , respectivamente), se comportan dentro de los parámetros establecidos empleando para cada estudio el foco grueso.

### 3.8 Test de Leeds

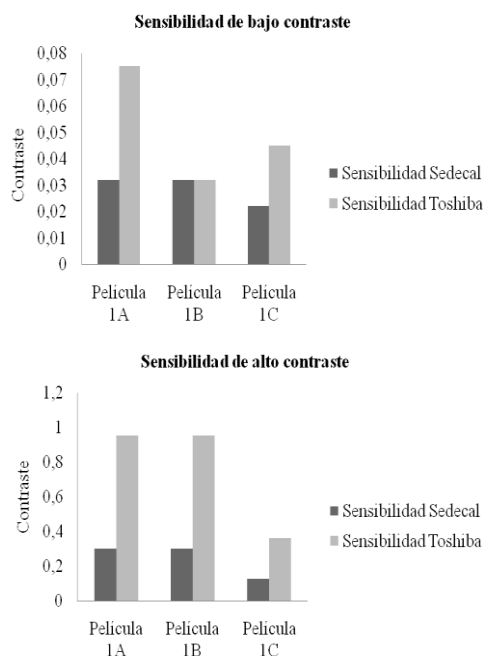


Fig.4 Sensibilidad de contraste

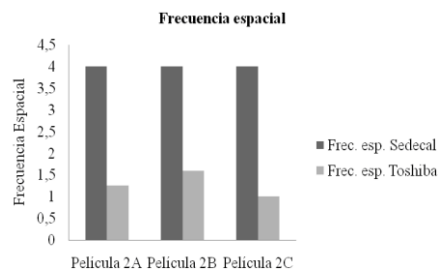
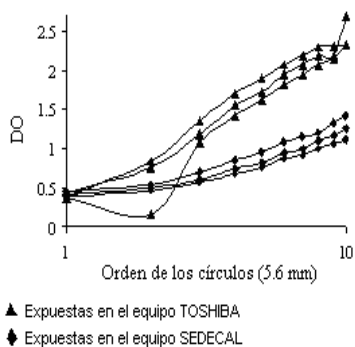


Fig. 5 Frecuencia espacial

En las muestras escogidas (6 chasis para cada equipo: 3 para bajo contraste y 3 para alto

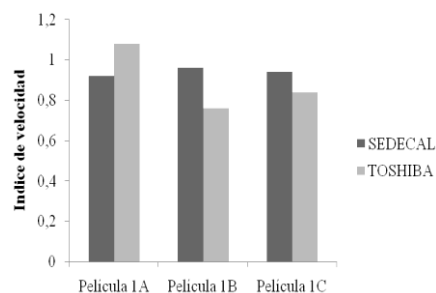
contraste con películas denominadas IA, IB y IC con formato de 24x30 cm<sup>2</sup> así como 3 de las películas antes mencionadas para cada equipo: 2A, 2B y 2C para la frecuencia espacial), la sensibilidad para alto y bajo contraste (Fig. 4) de los receptores de imágenes es mayor en los expuestos en el equipo TOSHIBA, es decir, las películas de este formato expuestas en este equipo son más sensibles a presentar tanto una escala corta (exposición de bajo kVp) como una escala excesiva (exposición de alto kVp) de grises porque en el equipo TOSHIBA la coincidencia entre el campo de luz y el campo de rayos X está dentro de la tolerancia admitida lo que provoca que cuando se colime en cualquiera de los exámenes radiográficos bajo estudio se haga con mayor exactitud y por ende, se obtenga mayor contraste. No se pudo efectuar la prueba de reproducibilidad y exactitud de la tensión eléctrica ni verificar la razón de rejilla para justificar exhaustivamente estos resultados. Además los receptores de imágenes expuestos con el equipo TOSHIBA presentan las más bajas frecuencias espaciales (Fig. 5), o sea, los receptores de imágenes expuestos en el equipo SEDECAL poseen mayor capacidad para crear en las películas objetos pequeños de gran contraste porque se estaba trabajando con un tubo de rayos X reinstalado cuyo punto focal era inferior al del otro equipo que se mantuvo en operación sin interrupción por más tiempo que su homólogo lo que se traduce en mayor desgaste.

### 3.9 Densidad óptica (DO)

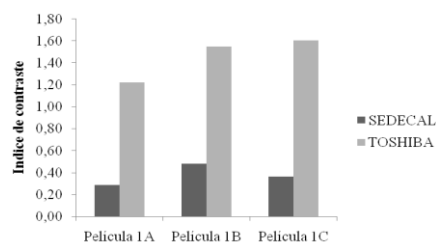


**Fig. 6** Comportamiento de las densidades ópticas de 6 películas marca LUCKY de 24x30 cm<sup>2</sup>

Las densidades ópticas de las películas que fueron expuestas con el equipo TOSHIBA es mayor que en las películas expuestas con el equipo SEDECAL para un mismo grado de contraste porque en el equipo TOSHIBA el rendimiento fue menor provocando que el mAs (flujo de corriente eléctrica) se incremente en relación inversa para el foco grueso (Fig. 6).



**Fig.7** Índice de velocidad



**Fig. 8** Índice de contraste

En general, las combinaciones películas-chasis utilizadas en el equipo de marca TOSHIBA presentan mayor índice de contraste (Fig. 8) porque en este caso la colimación es mucho mayor mientras que las utilizadas en el equipo SEDECAL predominan en cuanto a índice de velocidad debido a posibles fluctuaciones en la calidad del proceso de revelado manual. (Fig. 7)

### 3.10 Prueba sobre deterioro del chasis

Se escogieron 30 chasis cargados de formato 24x30cm<sup>2</sup> y resultaron poseer una buena hermeticidad, siendo ello demostrado al revelar las películas que no presentaron ningún tipo de velo en sus bordes, ni en ninguna otra parte lo que puso de manifiesto la efectividad de los chasis.

### 3.11 Determinación de la dosis de entrada en pacientes

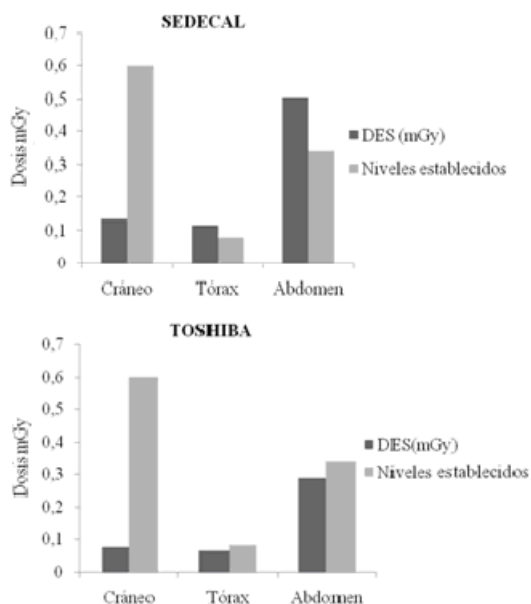


Fig. 9 Niveles de dosis medidos por equipo

Los niveles de dosis de dosis de entrada para estudios de tórax y abdomen en pacientes de 0 a 1 año de edad medidos en el equipo de la Sala I (SEDECAL) discrepan en 38 mGy y 168 mGy respectivamente del Reporte de Naciones Unidas[10].

Las principales causas de la elevación de los niveles de dosis medidos para dichos estudios son:

1. Falta de mantenimiento del equipo
2. Inestabilidad del rendimiento del generador monofásico

3. Sobreexplotación del equipo
4. Tamaño del campo de rayos X no coincidente con la referencia de luz en cada estudio
5. Cartas técnicas mal elaboradas y desactualizadas
6. Repeticiones innecesarias de estudios radiográficos
7. Líquidos del proceso fotoradiográfico vencidos y mal preparados
8. Caducidad en el 100% de las películas utilizadas con formato 24x30cm<sup>2</sup>
9. Personal técnico con baja capacitación
10. Movimiento del paciente (por faltas de medios de inmovilización) o de las partes involucradas en la radiografía.
11. Manipulación incorrecta del equipo
12. Desperfectos de operación del control del equipo
13. Componentes básicos del equipo heterogéneos

### 3.12 Iluminación

El departamento de radiodiagnóstico médico no cumple con los niveles de iluminación requeridos para un diagnóstico correcto [12] y la norma cubana de iluminación [11].

En la Sala de Interpretación, los niveles de iluminación están muy por debajo (215 lux) de la establecida (300 lux). Lo mismo ocurre a nivel de la superficie de la mesa del paciente donde se reportó una iluminación media de 78,3 lux para la Sala I y de 104,3 lux para la Sala II violando el nivel establecido (500 lux). El mal estado actual en cuanto a iluminación del servicio se debe a la falta de iluminarias.

### 3.13 Negatoscopios

Los resultados obtenidos en las mediciones de iluminación arrojaron que la media (954 lux) en la Sala II es inferior a la recomendada (5000 lux) en las normas internacionales, en la misma situación se encontró en el Cuarto Claro donde



se reportó 640 lux como promedio. Las causas principales de esta situación son:

1. Falta de iluminarias.
2. Falta de mantenimiento.

#### 4. CONCLUSIONES

Los técnicos radiólogos del servicio de rayos X diagnóstico del Hospital Pediátrico Sur de Santiago de Cuba conocieron que las dosis de entrada medidas en el equipo de marca SEDECAL para los estudios de Tórax y Abdomen en pacientes de 0 a 1 año de edad fueron elevadas (en 38 mGy y 168 mGy respectivamente) respecto al reporte emitido en la Sección 55 del Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiación Atómica, Viena, 2007. Constataron que el equipo de marca SEDECAL presenta serios problemas en cuanto a rendimiento, coincidencia del haz de rayos X e inspección física. Comprobaron que la calidad de las imágenes eran deficientes para ambos equipos debido a una mala calidad del proceso químico fotoradiográfico así como violaciones de procedimientos de práctica. Se recomendó implementar el Programa de Garantía - Control

6. Bushong S.C., Manual de radiología para técnicos, 2010, Disponible en: [http://books.google.com/cu/books?id=ZWocHRdZ-pIC&pg=PA240&lpg=PA240&dq=obtencion+de+una+radiografi+a&source=bl&ots=ysOuc1aIfl&sig=RtKCpt6xC0Y7x1MIPj861rt p20g&hl=es&ei=0P2mTb78OIb k0QG13Y35CA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=9&ved=0CDcQ6AEwCA](http://books.google.com/cu/books?id=ZWocHRdZ-pIC&pg=PA240&lpg=PA240&dq=obtencion+de+una+radiografi+a&source=bl&ots=ysOuc1aIfl&sig=RtKCpt6xC0Y7x1MIPj861rt p20g&hl=es&ei=0P2mTb78OIb k0QG13Y35CA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=9&ved=0CDcQ6AEwCA) [Consulta: 17 de Febrero del 2011]
7. Geometría del proceso de formación de la imagen, Disponible en: <http://iie.fing.edu.uy/investigaci>

de Calidad y el Programa de Protección - Seguridad Radiológica en la entidad.

#### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dr. Eberto García Silvera, La primera radiografía, La Habana, Cuba, 2007.
2. Luis E. Beldarraín Gómez., Apuntes históricos sobre el origen y desarrollo de la protección radiológica en Cuba, La Habana, Cuba, 2000.
3. Wikipedia la enciclopedia libre, Radiación, Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n> [Consulta: 17 de Febrero del 2011]
4. Wikipedia la enciclopedia libre. Radiación ionizante. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n\\_ionizante](http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_ionizante) [Consulta: 10 de Marzo del 2011]
5. Sear, Zemansky, Young, Freedman, Física Universitaria, Volumen I Parte II, Novena Edición, Editorial Félix Varela, La Habana 2008. [on/grupos/gti/cursos/egvc/material/tema-3.pdf](http://grupos/gti/cursos/egvc/material/tema-3.pdf) [Consulta: 20 de Abril del 2011]
8. Zoila Quiñones Mora, Calidad de la imagen radiográfica abdominal en pielografía intravenosa, Perú, marzo 27 del 2008.
9. MINSAP-CCEEM, Guía Técnica CCEEM GT-07.1998/05/05, Control de calidad de equipos de radiografía.
10. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly: Medical radiation exposures, United Nations, Vienna, 2007.
11. Norma Cubana: Iluminación de puestos de trabajo en interiores (ISO 8995:2002/CIE S 008-2001, IDT).

12. Resolución Ministerial #19, Guía de Seguridad “Requisitos técnicos generales de seguridad y protección radiológica para instalaciones de Radiodiagnóstico médico y estomatológico”, La Habana, 7 de Marzo del 2002.
13. Resolución #20 “Bases Programáticas para la Regulación de la seguridad Radiológica del Roentgendiagnóstico Médico”, La Habana, 26 de Febrero del 2002.