

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN TÉCNICAS PERCUTANEAS INTERVENCIONISTAS, PARA EL TRATAMIENTO DEL DOLOR.

Sánchez Zamora L<sup>1</sup>, Martínez González A<sup>2</sup>, Fernández A<sup>3</sup>, Guerrero Cancio M<sup>4</sup>,  
Mora R<sup>5</sup>, Díaz Díaz A<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Hospital Hermanos Ameijeiras, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba.

<sup>4</sup>Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas, La Habana, Cuba.

<sup>5</sup>Centro de Control estatal de Equipos Médicos.

<sup>6</sup>Hospital Hermanos Ameijeiras, La Habana, Cuba.

### RESUMEN.

La técnicas percutáneas para el tratamiento del dolor constituyen un proceder de rutina en el Hospital Hermanos Ameijeiras dichas técnicas son llevadas a cabo por especialistas de deferentes ramas de la medicina, sin conocimiento adecuados del trabajo con radiaciones ionizantes ni de protección radiológica, (PR) lo cuál unido al elevado numero de pacientes tratados anualmente, hace que estén sometido aun elevado riesgo radiológico. El trabajo muestra los resultados de una investigación realizada en la clínica del dolor donde se evidenció la aparición de un eritema en una de las manos del especialista principal. Las evaluaciones pusieron de manifiesto la ejecución rutinaria de procedimientos clínicos que adolecían de la adopción de medidas de protección radiológica adecuadas lo que podía conducir a que en el transcurso de un año fueran superados los límites de dosis para efectos deterministas en la piel fundamentalmente en las extremidades. La investigación constató que la capacitación del personal en esta materia y el control riguroso de la exposición ocupacional son fundamentales para lograr niveles de PR adecuados en estas prácticas.

Palabras Claves. Protección radiológica, exposición ocupacional, radiología intervencionista.

### 1. INTRODUCCIÓN.

Según la Publicación 85 de la ICRP, los procedimientos de radiología intervencionista (RI) comprenden intervenciones terapéuticas y de diagnóstico, por acceso percutáneo o de otra índole, realizadas generalmente bajo anestesia local o sedación, utilizando la imagen fluoroscópica para localizar la lesión/lugar de tratamiento, control del régimen, así como para controlar y documentar la terapia [1].

El diagnóstico y tratamiento guiados por procedimientos fluoroscópicos intervencionistas es ampliamente utilizado en la práctica médica, su incidencia se incrementa día a día, así como la preocupación por las dosis recibidas por los pacientes y/o el persona medico durante la ejecución de los mismos. Es conocido que las dosis ocupacionales recibidos en estos procedimientos se encuentran entre las más altas registradas entre los profesionales en el ámbito medico [2 –4].

Debido a su creciente uso y la participación de otras especialidades médicas: como la ortopedia, urología, neurocirugía, anestesiología, etc; que en la mayoría de los casos no cuentan con una capacitación mínima en protección radiológica. En los últimos años las técnicas percutáneas se realizan de manera rutinaria y progresiva en muchos centros para el tratamiento del dolor, originado en varias localizaciones anatómicas por diferentes patologías.

En el Hospital Hermanos Ameijeiras (HHA) una de las aplicaciones que hacen una utilización intensiva de procedimientos intervencionista es la relacionada con el tratamiento del dolor. El espectro de posibilidades que puede ofrecer la Intervencionismo radiológico en el tratamiento percutáneo del dolor de origen espinal comprende un gran número de pacientes lo que hace que los especialistas estén largo tiempo junto al equipo generador de rayos X. A pesar de que los beneficios y las indicaciones a veces siguen siendo controvertidos, en

relación a la técnica usada, actualmente son ampliamente utilizados en muchos países y Cuba no escapa a ello [5].

La exposición recibida en las manos de los médicos intervencionistas es necesaria controlarla rigurosamente, debido a la necesidad que tiene el operador de estar cerca del campo de la radiación durante su trabajo y en ocasiones expuesta directamente al haz primario.

La Clínica del Dolor del HHA brinda una alternativa de tratamiento a pacientes con dolor crónico y en enfermedades oncológicas para lo cual se emplean técnicas intervencionistas utilizando un equipo Arco en C de la firma Toshiba, como guía visual para alcanzar la estructura a tratar y aplicar la técnica de elección.

En el servicio laboran 3 médicos y 7 enfermeras como personal de apoyo. Cuentan con vigilancia radiológica individual mediante dosimetría TLD, cuerpo entero y extremidades. Cada grupo de trabajo se conforma de un especialista y 2 enfermeras.

En uno de los especialistas de este personal, se constató la aparición de un eritema radioinducido, en la mano derecha lo cual puso en marcha una investigación por parte del grupo de protección radiológica del HHA y especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) con el objetivo de analizar las causas y revisar las medidas de protección radiológica aplicadas a los procedimientos intervencionistas realizados en esta área.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se estructuró en 3 etapas: la primera dedicada a la evaluación médica del especialista afectado, conjuntamente se realizó una evaluación subjetiva de los procedimientos operacionales desde el punto de vista de protección radiológica y posteriormente se llevó a cabo la evaluación disimétrica de estos, simulando las condiciones de trabajo del servicio.

La evaluación médica fue realizada por el especialista de la consulta de higiene de las radiaciones perteneciente a CPHR, donde se evaluó el eritema y se indicó el tratamiento correspondiente.

La evaluación subjetiva de los procedimientos operacionales desde la protección radiológica se realizó a través de entrevista al personal del servicio y realizando visitas al mismo durante la ejecución de los procedimientos de rutinas, con el objetivo de detectar debilidades en la aplicación de medidas correctas de PR. Se pudo constatar la ubicación del personal durante el trabajo, geometría de irradiación utilizada, ubicación de los monitores, entre otras.

Para la evaluación disimétrica, se simularon las condiciones reales de trabajo, en el propio equipo del servicio.

Para ello se llevaron a cabo 3 grupos de mediciones.

- ❖ Tasa de Kerma en haz atenuado.
- ❖ Tasa de dosis alrededor del equipo para diferentes geometrías de irradiación y configuraciones del haz.
- ❖ Tasa de Kerma en haz directo sin atenuar.

El equipo utilizado en el servicio tiene las siguientes características:

<b>Equipo de rayos X:</b>	
<b>Modelo:</b>	Clearscope modelo SXT-1000A
<b>Firma:</b>	Toshiba
<b>Generador</b>	
<b>Modelo:</b>	Inverter type, 20kHU
<b>Rango kV:</b>	40 - 110kV
	0,2 - 16
<b>Rango mA:</b>	mA
<b>Filt total:</b>	3,1 ± 0,05 mmAl eq
<b>Tubo</b>	
<b>Volt nominal:</b>	110 kV
<b>Int Imaj (II) Diámetro:</b>	230 mm

Se realizó primeramente la caracterización de los parámetros técnicos del equipo y posteriormente un levantamiento radiométrico en el área de trabajo, cuyo objetivo fue evaluar los niveles de exposición ocupacionales como se describe a continuación:

I.- Levantamiento radiométrico.

A) Metodología.

- 1.- Elaborar esquema de la sala. (Generador, tubo de Rx, mesa paciente, consola, puertas y ventanas), áreas adyacentes.
- 2.- Identificar puntos de interés dentro y fuera de la sala.

B) Instrumentación.

- 1.- Cámara de Ionización Radcal de 60 cc
- 2.- Contador de tasa de dosis FH – 40 GL.
- 3.- Simulador con dimensiones de Tórax. Maniquí PMMA 30 x 30.
- 4.- Cinta métrica.

C) Parámetros de Operación.

- 1.- Seleccionar Modo Manual
- 2.- Tensión del tubo más alta utilizada en los exámenes de rutina.
- 3.- Para Mediciones en modo de Tasa de Dosis, utilizar tiempo de exposición igual o superiores a 10 s y corrientes entre 1 y 5 mA.
- 4.- Seleccionar el mayor tamaño de campo permitido por el colimador

A) Instrumentación.

- 1.- Kilovoltímetro (rango de 30 a 150 Kv, exactitud 1 Kv, reproducibilidad 1 %)
- 2.- Filtro de cobre o aluminio o atenuación de acrílico.
- 3.- Placa de aluminio para proteger el intensificador de imagen (II)
- 4.- Nivel de burbuja.
- 5.- Cinta métrica.

B) Metodología.

- 1.- Seleccionar modo de operación manual.
- 2.- Definir 4 valores de Kv (60, 80, 90, 110) y 2 valores de mA comúnmente utilizados, un tiempo superior a 10 s.
- 3.- Cubrir el II con una placa de Al para evitar que sea dañado.
4. Nivelar el tubo de Rx
- 5.- Colocar el Kv sobre la mesa, usando un campo que cubra su volumen sensible (verificación por imagen fluoroscópica).
- 6.- Colocar el instrumento a una distancia de acuerdo a las instrucciones del fabricante
- 7.- Realizar una exposición para cada Kv y mA escogido
- 8.- Manteniendo 80K y 1 mA realizar 4 exposiciones y registrar los valores en Kv medidos.

Estas mediciones se realizaron para poder estimar la tasa la dosis recibidas por el personal en las diferentes posiciones alrededor de tubo de Rx al realizar su trabajo diario (cerca del haz y alejado del haz), para una carga de trabajo promedio de 12 casos, 2 días a la semana, y teniendo en cuenta 50 semanas laborables. Ver (Tabla 1).

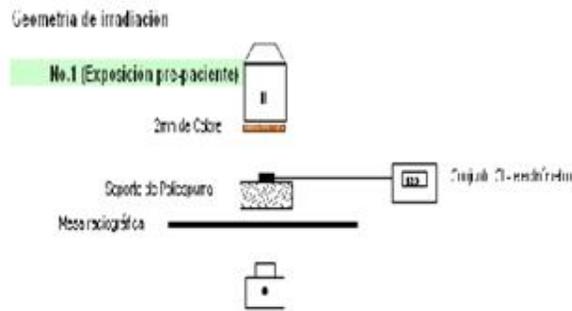
**Tabla1. Mediciones**

Resultados y procesamiento de las mediciones para geometría No.2 (detrás de paciente)

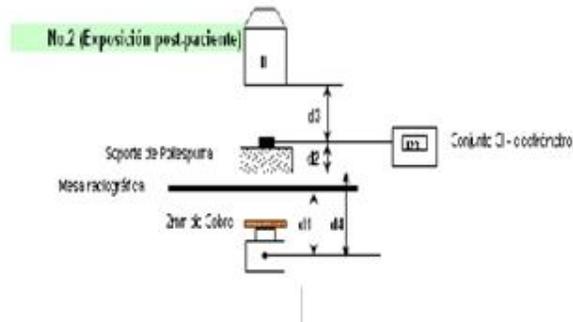
DIFERENTES CARGAS DE TRABAJO DEL SERVICIO

Variable	Pacientes/día	Días/semana	Tiempo promedio (min)	Carga de trabajo (min-sem)
1	12	2	3	72
2	12	2	1	24

Primeramente se midió la tasa de exposición en el haz directo en dos geometrías diferentes. En la primera geometría la cámara de ionización se colocó sobre un soporte de espuma (FOAM) por sus siglas en ingles, con 2 mm de Cu sobre el intensificador de imagen (II) para medir la dosis a la entrada, según protocolo DIMOND (Figura 2). En la segunda geometría el instrumento de medición se ubicó en la misma posición pero con la lámina de cobre sobre el tubo de rayo X para medir la dosis a la salida (Figura 3). Ambas con el tubo debajo de la mesa y el intensificador de imagen a 5 cm del maniquí.



**Figura 2.**



**Figura 3.**

Distancia del foco a la camilla en cm (d1): 20,5  
 Dist superficie de poliespuma al centro cámara en cm (d2): 24,6  
 Distancia entre intensificador y la cámara en cm (d3): 19  
 Distancia foco y hasta la poliespuma en cm (d4): 26,5  
 $d4+d2= 51,1$

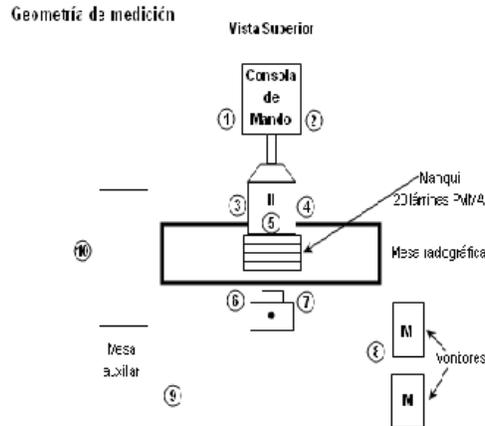


Figura 4.

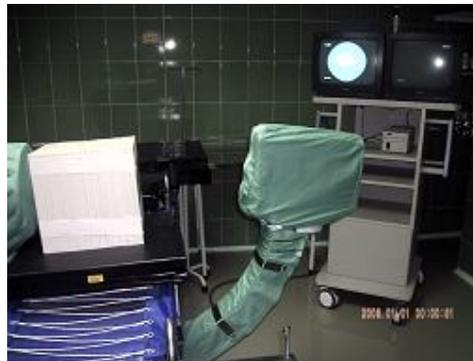


Figura 5.

La figura 4 y 5 muestra la geometría utilizada para realizar las mediciones simulando el paciente, en la figura 3 se muestran los 10 puntos evaluados, donde se puede ubicar el personal médico y paramédico que aplica los procedimientos para el tratamiento del dolor. Se midió la tasa de dosis con la geometría de haz de radiación abierto (haz sin colimar) y geometría de haz de radiación rectangular (haz con colimación) empleando los radiómetros. PDR – 1 (CPHR), FAG (CPHR) y el FG – 40 GL (HHA).

Estas mediciones se realizaron con el objetivo de conocer cuáles son los puntos donde ocurre mayor exposición a la radiación y cuanto influye la colimación del haz de radiación en la disminución de la dosis recibida.

### 3. RESULTADOS.

Se realizó la evaluación médica del trabajador implicado, por lo que el especialista en salud del trabajo decidió suspenderlo de sus actividades con radiaciones por 2 meses

Se tomaron otras medidas en la sala de intervencionismo como:

- ❖ Cambiar la posición de los monitores para garantizar la correcta ubicación del especialista.
- ❖ Orientarlos sobre la correcta posición del tubo de rayos X al realizar los procedimientos.
- ❖ Corregir la posición de la enfermera que se colocaban al lado del tubo.
- ❖ La indicación sobre el cuidado de no introducir las manos en el haz directo, sobre todo del médico principal.

La Tabla 2 muestra los valores de la tasa de kerma para las dos geometrías utilizadas a la entrada y a la salida del paciente, puede constatar la estabilidad de la lectura del equipo a la entrada y a la salida del haz.

Tabla 2.

$K_{\text{corregida}}$ para variante 1 [mGy/sem]	$K_{\text{corregida}}$ para variante 2 [mGy/sem]	$K_{\text{corregida}}$ para variante 1 [Gy/sem]	$K_{\text{corregida}}$ para variante 2 [Gy/sem]
385,90	128,63	0,4	0,1
386,53	128,84	0,4	0,1
387,16	129,05	0,4	0,1
<b>Promedio</b>		<b>0,4</b>	<b>0,1</b>

Tabla 3.

Punto	Campo rectangular [µSv/h]	Dosis efectiva para variante 1 [mSv/a]	Dosis efectiva para variante 2 [mSv/a]
1	70	4,2	1,4
2	30	1,8	0,6
3	516	30,96	10,32
4	910	54,6	18,2
5	980	58,8	19,6
6	3400	204	68
7	3040	182,4	60,8
8	560	33,6	11,2
9	-	-	-
10	90	5,4	1,8

La tabla 3 muestra las mediciones de la tasa de dosis alrededor del equipo para el haz colimado (rectangular) y para los diferentes puntos donde pueden estar ubicados los especialistas. Como puede observarse los puntos 6 y 7 son los que mayor aporta a la dosis del personal por estar situados a ambos lados del tubo de rayos X. Los

valores de dosis tabulados se estimaron a partir de los valores de tasa de dosis medidos en el área de trabajo, sin considerar la atenuación de los medios individuales de protección utilizados por el personal.

**Tabla 4.**

<b>Dosis absorbida en manos [Gy/sem]</b>	
<b>24 pac/sem con 3min/pac</b>	<b>24 pac/sem con 1min/pac</b>
0,7	0,2

Tabla 4. Muestra las mediciones realizadas en el haz atenuado. Para 24 pacientes semanales con 3 minutos como promedio de escopia la dosis en las manos sería de 0,7 Gy / sem. Lo que provocaría efectos deterministas en el transcurso del año de trabajo de no tomarse todas las medidas de protección necesarias para evitar tales efectos. Como lo muestra la tabla 5.

**Tabla 5.**

<b>Umbral para efectos</b>	<b>para [Gy]</b>	<b>Cantidad de pacientes para alcanzar el umbral</b>	
		<b>3min/pac</b>	<b>1min/pac</b>
Eritema inmediato	2	72	215
Depilación transitoria	3	108	323
Depilación permanente	7	251	753
Eritema tardío	6	215	645

Como resultado del estudio se conoció que el personal no contaba con medios de protección con la calidad requerida, que no aplicaban los principios elementales de la protección radiológica para este tipo de proceder y que trabajaban con una geometría inadecuada en el equipo.

#### **4. CONCLUSIONES.**

1. El trabajo demostró la necesidad de que todas las personas que trabajan con equipos generadores de radiación ionizante reciban una capacitación en materia de protección radiológica antes de comenzar a operar estos equipos.

2. Los resultados discutidos y analizadas con los trabajadores del servicio, así como la capacitación recibida permitió que se modifican los procedimientos de trabajo, y esto redundara en la aplicación correcta de la protección radiológica y realizar la práctica de manera segura.

## **5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- [1] International Commission on Radiological Protection (2000) Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. Annals ICRP 30(2). Pergamon, Elsevier Science, Oxford.
- [2] Vano E, Gonzalez L, Guibelalde E et al (1998) Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology. Br J Radiol 71:954–960.
- [3] Kim KP, Miller DL, Balter S et al (2008) Occupational radiation doses to operators performing cardiac catheterization procedures. Health Phys 94:211–227
- [4] Publicación 85 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).
- [5] Marshall NW, Faulkner K. The dependence of the Meeting of the Health Physics Society, Boston, 1995. scattered radiation dose to personnel on technique 18. Niklason LT, Marx MV, Chan HP. Interventional factors in diagnostic radiology. Br J Radiol radiologists: occupational radiation doses and risks. 1992; 65:44–9. Radiology 1993; 187:729–33.