

## NIVELES DE DOSIS EN RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL

**Guerra-Moreno J.A., González-González, J.A., Pinedo- Solís A.,  
Salas-Luévano M.A., Vega-Carrillo H.R.**  
*Universidad Autónoma de Zacatecas  
Unidad Académica de Estudios Nucleares  
Calle Ciprés No. 10 Frac. La Peñuela, 98000 Zacatecas, Zac.  
[rgg\\_df@hotmail.com](mailto:rgg_df@hotmail.com)*

**Rivera-Montalvo T.**  
*CICATA-IPN, Unidad Legaria  
Av. Legaria 69, 11500 México, DF*

**Azorín-Nieto J.**  
*Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa  
Av. San Rafael Atlixco 186, 09340 México, DF*

### **Resumen**

Se realizaron una serie de medidas en el Hospital General de Fresnillo en el departamento de rayos X en las áreas de sala de rayos X1; sala de rayos X2; y en la unidad de cuidados intensivos neonatales 2 (UCIN2); se determinó la dosis en la superficie de entrada (DSE) en ojos, tiroides y gónadas para pacientes sometidos a estudio de radiografía de Tórax mediante dosimetría termoluminiscente. Se usaron 5 dosímetros en cada una de las exploraciones; encontrándose los siguientes rangos de dosis  $20 \pm 23$  mGy a  $350 \pm 41$  mGy. Con los resultados encontrados se puede concluir que los procedimientos utilizados y la calibración de los equipos son los adecuados.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Con el descubrimiento de los rayos X por Roentgen, ocurrido el 8 de noviembre de 1895, se abrió una nueva alternativa para el diagnóstico de padecimientos y el tratamiento de tumores. La radiación ionizante es un potente mutágeno y carcinógeno, sin embargo en forma apropiada su uso es efectivo en el diagnóstico y tratamiento de algunos padecimientos [1, 2].

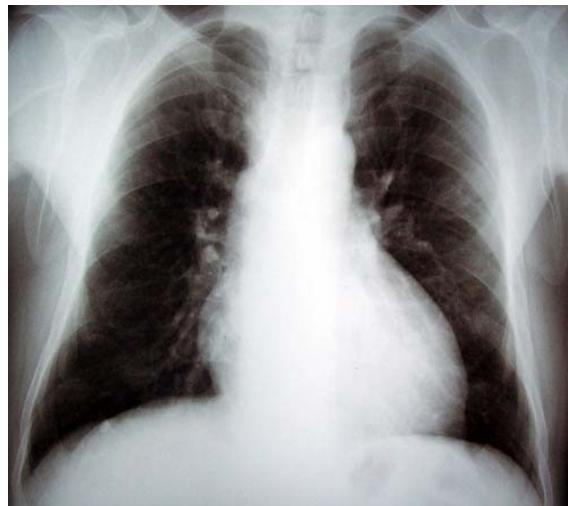
La novedad de los rayos X hizo que su uso se popularizara, poco tiempo después se observaron sus efectos nocivos. Para 1910 ya se habían reportado varios casos de quemaduras con rayos X; algunos de los cuales condujeron a la muerte. Estos acontecimientos dieron inicio a la Protección Radiológica [3].

Dentro de las diferentes profesiones, la comunidad de médicos, técnicos y enfermeras, es el grupo que con mayor frecuencia está cerca de equipos que generan radiación, como los de rayos X y este personal requiere de procedimientos de dosimetría para evitar exposiciones innecesarias [4]. Por ley en algunos países, como es el caso de España, además del personal técnico es necesario que los pacientes sometidos a estudios radiográficos se les realice un seguimiento dosimétrico [5].

Las exposiciones médicas son la fuente antropogénica más importante de radiación ionizante ya que es la que contribuye en mayor medida a la exposición de la población. Dentro de los usos en medicina la exposición debida a los rayos X de diagnóstico es a su vez la más importante [6].

En México la radiografía es la técnica de imagen para diagnóstico de uso más común [4]. Por esta razón, se vuelve importante determinar los niveles de dosis que se presentan durante el uso de los rayos X como técnica para el diagnóstico [7].

Los exámenes con rayos-x presentan un cierto riesgo [8] cuya magnitud está determinada por la cantidad de la dosis, la duración de la misma y por la radiosensibilidad del paciente, entre otros factores. Por esta razón es necesario que se realicen los estudios y mediciones necesarias para asegurar que los estándares de protección radiológica sean óptimos en todos los departamentos de radiología [9]. La radiografía de tórax es uno de los estudios que se practica con más frecuencia en el servicio de Radiología, ya que genera imágenes del corazón, pulmones, vías respiratorias, vasos sanguíneos, huesos de la columna, tráquea y tórax óseo, lo que permite su evaluación. En la Figura 1 se muestra una imagen de una radiografía del tórax.



**Figura 1. Radiografía de tórax.**

Dentro de los grupos de población, los niños son más vulnerables a la exposición a radiación ya que el riesgo de desarrollar cáncer, particularmente leucemia, es mayor [8]. En la población pediátrica son especialmente susceptibles a cáncer inducido si se exponen a grandes dosis los tejidos de la glándula tiroides, los ojos, los tejidos finos del pecho, y las gónadas [10].

En años recientes se han realizado esfuerzos para minimizar la dosis a pacientes en radiología diagnóstica. El resultado de esos esfuerzos es una reducción substancial debido a procedimientos radiográficos adecuados que se realizan rutinariamente en diversos países [11].

El objetivo de este trabajo es medir la dosis que reciben los pacientes en las superficies de entrada de ojos, tiroides y gónadas cuando se someten a un estudio radiológico de tórax.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el Hospital General de Fresnillo localizado en la ciudad de Fresnillo; Zacatecas. El hospital cuenta con dos salas de rayos X que tienen un equipo de rayos X de la marca CMR, modelo MC-150, con fecha de fabricación de junio de 2004. El potencial máximo al que se puede operar el equipo es de 150 kVp. En la Figura 2 se muestra uno de los equipos utilizados.



**Figura 2. Equipo para realizar el tele de Tórax.**

En la Unidad de Cuidados Intensivos para Neonatos (UCIN) del Hospital General de Fresnillo en ocasiones se requiere obtener radiografías de los neonatos, para esto en la UCIN 2 se utiliza un equipo portátil de la marca General Electric, Modelo 2185226, con fecha de fabricación de junio

2004. En las salas de rayos X, así como en la UCIN-2 se hicieron estudios tendientes a determinar la dosis debida a los estudios radiológicos que se practican.

Los estudios dosimétricos se realizaron durante el examen radiológico denominado Tele de Tórax. En este examen el tórax es irradiado con rayos X y el área de exposición se limita a exponer de los hombros hasta un poco más debajo de la posición de las costillas falsas. Una fracción de los fotones se dispersa y alcanzan áreas sensibles del organismo como los ojos, la tiroides y las gónadas.

En este trabajo hemos medido la dosis en la superficie de entrada, DSE, que recibe un paciente, tanto adulto como neonato, en ojos, tiroides y gónadas cuando se somete a tele de tórax. En cada caso se registró el género del paciente, la edad, el potencial del tubo y la distancia del foco a la película (DFP).

La determinación de la DSE se hizo mediante dosimetría termoluminiscente. Se utilizaron 30 dosímetros termoluminiscentes (DTL) de  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ . Los dosímetros son pastillas de forma circular con un diámetro de 0.5 cm y un espesor de 0.1 cm.

En cada punto de medición se utilizaron dos dosímetros. En el caso de la DSE del rostro se colocaron un par de DTL sobre cada párpado, otros dos pares se colocaron en el cuello, a la altura de la glándula tiroides, un par de lado izquierdo y el otro del lado derecho; otro par se colocó a nivel de las gónadas.

Antes de su uso el tratamiento térmico de los dosímetros fue mantenerlos a 300 °C por 30 minutos, esto con el fin de borrar cualquier información. Después de su uso los dosímetros se leyeron en un lector HARSHAW TLD 3500.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los valores de la dosis a la entrada del paciente 1; los otros dos pacientes se muestran en las Tablas 2 y 3. Los dos primeros son pacientes adultos cuya radiografía se obtuvo con equipos de características similares. El tercer caso es un paciente neonato cuya radiografía se obtuvo con el equipo portátil.

La radiografía de tórax de los pacientes adultos se obtuvo con equipos de la misma marca y modelo, aunque por las características físicas de cada paciente los parámetros de los equipos fueron distintos. De los datos de los adultos se observa que la superficie a la entrada de la tiroides es la que mayor dosis recibe, luego de ésta la superficie a la entrada de gónadas recibe la mayor dosis, mientras que la superficie a la entrada de los ojos es la que menor dosis recibe.

**Tabla 1 Dosis en la superficie de entrada del caso 1**

CASO 1: Femenino 76 años; PARAMETROS: 76 kV, 200 mA, 0.033 seg. DFP 1.7 m SALA X1		
DOSIMETRO	UBICACION	DSE [ $\mu\text{Gy}$ ]

A1	Ojo derecho	40 ± 1
A2	Ojo izquierdo	56 ± 8
A3	Tiroides derecha	240 ± 41
A4	Tiroides izquierda	80 ± 4
A5	Gónadas	80 ± 5

**Tabla 2 Dosis en la superficie de entrada del caso 2**

CASO 2: Femenino 45 años; PARAMETROS: 65 kV, 100mA, 0.075 seg. DFP 1.7 m SALA X2		
DOSIMETRO	UBICACION	DSE [ $\mu$ Gy]
B1	Ojo derecho	55 ± 3
B2	Ojo izquierdo	140 ± 12
B3	Tiroides derecha	170 ± 4
B4	Tiroides izquierda	169 ± 35
B5	Gónadas	80 ± 17

**Tabla 3 Dosis en la superficie de entrada del caso 3**

CASO 3: Femenino 19 días; PARAMETROS: 50 kV, 2 mAs. DFP 1.1m. UCIN 2		
DOSIMETRO	UBICACION	DSE ( $\mu$ Gy)
C1	Ojo derecho	20 ± 1
C2	Ojo izquierdo	30 ± 8
C3	Tiroides derecha	340 ± 138
C4	Tiroides izquierda	350 ± 4
C5	Gónadas	20 ± 7

En el estudio del caso de neonato en UCIN 2 se encontró que es también la superficie a la entrada de la tiroides la que tiene la mayor dosis; sin embargo para el caso de los ojos y las gónadas las dosis son similares, probablemente se debe a que por el tamaño del neonato el campo de exposición cubre una mayor área.

En las normas mexicanas hay ausencias relacionadas con los límites de la radiología pediátrica. Por las características de los neonatos no es correcto utilizar los criterios válidos para los pacientes adultos. No obstante en todos los casos las dosis registradas, tanto en adultos como en neonatos, están dentro de los límites establecidos para los pacientes adultos.

Para el caso de la radiología pediátrica, es recomendable que se lleve un registro detallado de la dosis que recibe un niño antes de alcanzar la adolescencia, esto con el fin de tener datos que permitan hacer en el futuro estudios epidemiológicos que permitan establecer la relación entre la dosis reciba a edad temprana y la probabilidad de desarrollar un cáncer. Con tal fin se propone incluir la información de la dosis recibida en la cartilla de vacunación.

#### 4. CONCLUSIONES

La ausencia de simetría en los valores promedio de las dosis la atribuimos a que los haces de rayos X no son homogéneos y a que en la obtención del tele de tórax el área expuesta es mayor a la necesaria para obtener una buena imagen propiciando una mayor dispersión de fotones.

El utilizar un área mayor de exposición se más notorio para el caso del neonato donde se observa valores de dosis superiores al de los adultos. La causa probable es que la distancia entre el punto focal y el paciente es menor y en la toma se utiliza un menor voltaje, lo que implica un mayor tiempo de exposición y por ende una mayor dosis.

Aun a pesar de que los valores de la dosis son en apariencia pequeños, habrá que tener en mente que se trata de la radiación dispersada y que alcanza zonas del cuerpo, como la tiroides, el cristalino y las gónadas, que son radiosensibles. Estos hallazgos nos permiten establecer que es necesario la caracterización del campo de radiación, con el fin de incluir la dosis por la radiación dispersa en el análisis de riesgos, o bien utilizar los sistemas de blindaje que permita la protección del paciente.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Hospital General de Fresnillo por las facilidades otorgadas para realizar este estudio, en particular al T. R. Luis Fernando Zamago García. También RGG, JAGM, APS, MHO y HADM agradecemos al CONACyT el apoyo de la beca para realizar los estudios de maestría. Este trabajo forma parte del proyecto SYNAPSIS parcialmente financiado por el CONACyT bajo el contrato SEP 2004-C01-46893.

#### REFERENCIAS

1. Turner, J.E. "Interaction of ionizing radiation with matter", *Health Physics*, **88**, p. 520-524 (2005).
2. Prasad, K.N., Cole, W.C., Haase, G.M., "Radiation protection in humans: extending the concept of as low reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage", *The British Journal of Radiology*, **77**, p. 97-99 (2004).
3. Marshall, G.W., Keene, S., "Safety in the modern radiology department: A growing concern", *Internet Journal of Radiology*, **5**, p. 4-8 (2007).
4. Gaona, E; Enriquez, J.G.F., "Occupational exposure to diagnostic radiology in workers without training in radiation safety", *AIP Conference Proceedings*, **724**, p. 179-181 (2004).
5. Rodríguez, R., "Dosis medidas versus calculadas en pacientes sometidos a tres exámenes simples de radiodiagnóstico convencional", *Revista de Física Médica*, **3**, p. 13-18. (2002)
6. Jankowski, J., Staniszevska, M.A., "Methodology for the set-up of a quality control system for diagnostic X-ray units in Poland", *Radiation Protection Dosimetry*, **90**, p. 259-262 (2000).
7. Cuenca R., "La génesis del uso de las radiaciones en la medicina", *Colombia Médica*, **28**, p. 34-41 (1997).
8. Gialousis, G.I., "Monte Carlo Estimation Of Radiation Doses In Red Bone Marrow And Breast In Common Pediatric X-Ray Examinations", *Health Physics*, **95**, p. 331-336 (2008).

9. Frush, D.P., Donnelly, L.F., Rosen, N.S., “Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know”, *Pediatrics*, **112**, p. 951-957 (2003).
10. Cook J. V., Kyriou, J.C., Pettet, A., Shah, K., Pablot, S. M., “Key factors in the optimization of pediatric X-ray practice”, *The British Journal of Radiology*, **74**, p. 32-40 (2001).
11. Ogundare, F.O., Uche, C.Z., Balogun, F.A., “Radiological Parameters And Radiation Doses Of Patients Undergoing Abdomen, Pelvis And Lumbar Spine X-Ray Examinations In Three Nigerian Hospital”, *The British Journal of Radiology*, **77**, p. 934-940 (2004).
12. Hahn Mendoza, D.G., “Evaluación mediante dosimetría TLD de las dosis de radiación en los exámenes radiológicos de Tórax”, *Revista de la Facultad de Medicina*, **23**, p. 144-148 (2000).