

Niveles de dosis en radiología convencional

H. R. Vega-Carrillo¹; J. A. Guerra-Moreno¹; R. González-González¹; A. Pinedo-Solís¹; M. A. Salas-Luévano¹; T. Rivera-Montalvo²; J. Azorín-Nieto³.

*Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Estudios Nucleares, Zacatecas, Zac. México*¹.

*CICATA-IPN, Unidad Legaria, México, DF.*².

*Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, DF.*³.

Resumen

Se ha medido la dosis en la superficie de entrada de ojos, tiroides y gónadas en 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 mGy a 350 mGy. En el caso de los pacientes pediátricos se propone incluir la información de las dosis recibidas en su cartilla de vacunación con el fin de hacer un seguimiento de los posibles efectos nocivos en su salud.

Palabras clave: Rayos x; dosimetría; termoluminiscente.

Abstract

Doses have been measured at the entrance surface of eyes, thyroid and gonads in patients undergoing chest x-ray studies, using thermo-luminescent dosimetry. Five dosimeters were used in each investigation, and doses ranged from 20 mGy to 350 mGy. In the case of pediatric patients, it is proposed that dose information from diagnostic examinations is included in the vaccination chart in order to correlate with findings at follow-up.

Key words: Rayos x; dosimetría; termoluminiscente.

Introducción

A partir del descubrimiento de los rayos X por W.C. Roëntgen, ocurrido el 8 de noviembre de 1895, se abrió una nueva alternativa para el diagnóstico y tratamiento de muchas enfermedades. En poco tiempo, los rayos X se volvieron una herramienta muy difundida y útil en las ciencias de la salud. En esos años iniciales, las medidas de protección radioló-

gica eran muy precarias y pronto se empezaron a observar efectos nocivos en la aplicación de la nueva técnica; así, para 1910 ya se habían reportado varios casos de quemaduras con rayos X, algunos de los cuales condujeron a la muerte^[1-3].

Dentro de las diferentes profesiones, la comunidad de médicos radiólogos, técnicos y enfermeras es el grupo con mayor riesgo y por tanto este perso-

nal requiere de procedimientos de dosimetría para evitar exposiciones innecesarias⁴. Por norma en algunos países, además del personal técnico, es necesario que a los pacientes sometidos a estudios radiográficos se les realice un seguimiento dosimétrico⁵.

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 general. Dentro de los usos en medicina, la exposición debida a los rayos X de diagnóstico es a su vez la más importante⁶.

En México, la radiografía es la técnica de imagen de uso más común para diagnóstico⁴. Por esta razón, se vuelve importante determinar los niveles de dosis que se presentan durante el uso de los rayos X⁷.

Los exámenes con rayos X presentan un cierto riesgo⁸ cuya magnitud está

determinada por la cantidad de la dosis absorbida, la tasa a la que se aplica y la radiosensibilidad del paciente. Por esta razón, es importante efectuar estudios y mediciones a fin de asegurar que los estándares de protección radiológica sean óptimos en todos los departamentos de radiología⁹ y proteger al personal expuesto, así como verificar los niveles orientativos para el caso de los pacientes.

La radiografía de tórax es uno de los estudios que se practica con mayor frecuencia en los servicios de Radiología, debido a que permite evaluar el corazón, pulmones, mediastino, vías respiratorias, grandes vasos, parte de la columna y tórax óseo, a un costo muy reducido. Una imagen de buena calidad permite al médico contar con elementos a veces fundamentales para un diagnóstico certero. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de radiografía de tórax.



Figura 1. Radiografía de tórax en proyección anteroposterior.

Dentro de los grupos de población, los niños son más vulnerables a la exposición a la radiación ionizante ya que el riesgo de desarrollar cáncer, particularmente leucemia, se encuentra incrementado⁸. Los pacientes pediátricos son susceptibles a adquirir un cáncer inducido cuando la glándula tiroides, los ojos, el tórax y las gónadas reciben altas dosis de radiación¹⁰.

En años recientes se han realizado esfuerzos para minimizar las dosis a pacientes en radiología diagnóstica, los cuales han conducido a una reducción sustancial de los niveles de dosis^{11,12}. El objetivo de este trabajo fue 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.

Métodos

El trabajo se realizó en el Hospital General de Fresnillo localizado en la ciudad de Fresnillo, Zacatecas, en México.

El hospital cuenta con dos salas de rayos X, cada una equipada con un aparato CMR, modelo MC-150. El potencial máximo al que se puede operar el equipo es de 150 kVp. En la Figura 2 se muestra uno de estos equipos.

En la Unidad 2 de Cuidados Intensivos para Neonatos (UCIN-2) existe además un equipo portátil General Electric, Modelo 2185226. Tanto en las salas de rayos X como en la UCIN se efectuaron estudios tendientes a determinar la dosis debida a los estudios radiológicos que allí se practican.

Los estudios dosimétricos se efectuaron durante el examen radiológico convencional denominado Tele de Tórax. En este examen, el tórax es irradiado con rayos X y el área de exposición incluye desde los hombros hasta la zona del reborde costal. Cuando se realiza este tipo de estudio radiográfico, una fracción de los fotones se dispersa y pueden alcanzar áreas sensibles del organismo como los ojos, la tiroides y las gónadas.



Figura 2. Equipo de rayos X

En este trabajo hemos medido la dosis que recibe un paciente, ya sea adulto o neonato, en la superficie de en-

trada (DSE) de ojos, tiroides y gónadas cuando se somete a tele de tórax. En cada caso se registró la edad y género

del paciente, el potencial del tubo y la distancia del foco a la película (DFP).

La determinación de la DSE se realizó mediante dosimetría termoluminiscente. Se utilizaron 30 dosímetros termoluminiscentes (DTL) de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ 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 en el cuello a la altura de la glándula tiroides, un par del lado izquierdo y el otro del derecho; otro par se colocó a nivel de las gónadas.

Antes de su uso, los dispositivos DTL se mantuvieron a 300 °C por 30 minutos, con el fin de borrar cualquier información previamente recogida. Después de su uso, los dosímetros se leyeron en un lector Harshaw 3500.

Resultados

Se efectuaron medidas en tres pacientes; los dos primeros eran adultos

cuya radiografía se obtuvo con equipos fijos de características similares entre sí. El tercer caso es un paciente neonato cuya radiografía se obtuvo utilizando el equipo portátil. La posición de los DTL no afectó la imagen utilizada para realizar el diagnóstico, sin embargo permitió obtener información sobre la dosis en la superficie de entrada en áreas sensibles del cuerpo.

En la tabla 1 se indican los valores de dosis en la superficie de entrada de ojos, tiroides y gónadas de uno de los pacientes. Se incluyen además las características utilizadas para efectuar la radiografía. En la Tabla 2 se incluyen los valores de la DSE del segundo paciente. A pesar de que el tipo de estudio es el mismo y los equipos utilizados son del mismo modelo, los parámetros utilizados para obtener la radiografía son distintos. Estos parámetros son seleccionados por las características del paciente y por la experiencia del técnico radiólogo. En la Tabla 3 se muestran los valores de la DSE del paciente 3 (neonato).

Tabla 1. Dosis en la superficie de entrada del paciente 1.

Caso 1: Femenino, 76 años Parámetros del equipo: 76 kV, 200 mA, 0033 seg.DFP 17 m, Sala X1		
Dosímetro	Ubicación	DSE [μGy]
A1	Ojo derecho	40 \pm 1
A2	Ojo izquierdo	56 \pm 8
A3	Tiroides derecha	240 \pm 41
A4	Tiroides izquierda	80 \pm 4
A5	Gónadas	80 \pm 5

Tabla 2. Dosis en la superficie de entrada del paciente 2.

Caso 2: Femenino, 45 años Parámetros: 65 kV, 100 mA, 0075 s. DFP 17 m, Sala X2		
Dosímetro	Ubicación	DSE [μGy]
B1	Ojo derecho	55 \pm 3
B2	Ojo izquierdo	140 \pm 12
B3	Tiroides derecha	170 \pm 4
B4	Tiroides izquierda	169 \pm 35
B5	Gónadas	80 \pm 17

Tabla 3. Dosis en la superficie de entrada del paciente 3.

Caso 3: Femenino, 19 días Parámetros: 50 kV, 2 mA-s. DFP 11 m. UCIN 2		
Dosímetro	Ubicación	DSE [μGy]
C1	Ojo derecho	20 \pm 1
C2	Ojo izquierdo	30 \pm 8
C3	Tiroides derecha	340 \pm 138
C4	Tiroides izquierda	350 \pm 4
C5	Gónadas	20 \pm 7

Discusión

Si bien la radiografía de tórax de los pacientes adultos se obtuvo con equipos de la misma marca y modelo, 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 y en segundo lugar la superficie a la entrada de las gónadas, mientras que la superficie a la entrada de los ojos es la que recibe menor dosis.

En el estudio del neonato en UCIN 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 debido a que por el tamaño corporal del paciente el área de exposición medida cubre una mayor parte relativa del cuerpo. La ausencia de simetría en los valores promedio de las dosis es atribuida 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 lograr una buena imagen, propiciando una mayor dispersión de fotones.

El utilizar un área mayor de exposición es más notorio para el caso del neonato donde se observan valores de dosis superiores a los de 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 ya que la dispersión de fotones es mayor para fotones de menor energía.

En las normas mexicanas existen vacíos respecto a los límites dosimétricos en 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 el neonato), se encontraron dentro de los límites establecidos para los pacientes adultos.

Conclusiones

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

Para el caso de la radiología pediátrica, es recomendable llevar un registro detallado de las dosis que recibe un niño antes de alcanzar la adolescencia, con el fin de acumular datos que permitan futuros estudios epidemiológicos para establecer la relación entre la dosis recibida 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.

La capacitación del personal técnico y la verificación permanente del equipo siguen siendo elementos indispensables para abatir los niveles de dosis en pacientes; sin embargo es necesario que exista una mayor comunicación entre técnicos radiólogos y el personal médico para evitar la toma innecesaria de radiografías que no contribuyen al diagnóstico clínico.

Agradecimientos

Al Hospital General de Fresnillo por las facilidades otorgadas para realizar este estudio, en particular al técnico radiólogo Luis Fernando Zamago García. También, JAGM, RGG y APS agradecemos al CONACyT el apoyo de la beca para realizar los estudios de maestría.

Referencias

1. Turner JE. Interaction of ionizing radiation with matter. *Health Phys* 2005;88:520-4.
2. Prasad KN, Cole WC, Haase GM. Radiation protection in humans: extending the concept of as low reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage. *Br J Radiol* 2004;77:97-9.
3. Marshall GW, Keene S. Radiation safety in the modern radiology department: A growing concern. *Internet J Radiol* 2007;5.
4. Gaona E, Franco Enriquez JG. Occupational exposure to diagnostic radiology in workers without training in radiation safety. *AIP Conference Procc* 2004;724:179-81.
5. Rodríguez Romero R, Cañadillas Perdomo B, Díaz Romero F, Hernández Armas J. Dosis medidas versus calculadas en pacientes sometidos a tres exámenes simples de radiodiagnóstico.

- co convencional. *Rev Fís Med* 2002;3:13-8.
6. Jankowski J, Staniszewska MA. Methodology for the set-up of a quality control system for diagnostic X-ray units in Poland. *Radiat Prot Dosim* 2000;90:259-62.
 7. Cuenca R. La génesis del uso de las radiaciones en la medicina. *Colombia Médica* 1997;128:34-41.
 8. Gialousis GI, Yakoumakis EN, Dimitriadis AI, Papouli ZK, Yakoumakis NE, Tsalafoutas IA et al. Monte Carlo estimation of radiation doses in red bone marrow and breast in common pediatric X-ray examinations. *Health Phys* 2008;95:331-6.
 9. Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed tomography and radiation risks: What pediatric health care providers should know. *Pediatrics* 2003;112:951-7.
 10. Cook JV, Kyriou JC, Pettet A, Fitzgerald MC, Shah K, Pablou SM. Key factors in the optimization of pediatric X-ray practice. *Br J Radiol* 2001;74:1032-40.
 11. Ogundare FO, Uche CZ, Balogun FA. Radiological parameters and radiation doses of patients undergoing abdomen, pelvis and lumbar spine X-ray examinations in three Nigerian hospitals. *Br J. Radiol* 2004;77:934-40.
 12. Hahn Mendoza DG. Evaluación mediante dosimetría TLD de las dosis de radiación en los exámenes radiológicos de tórax. *Rev Fac Med* 2000;23:144-8.