

# DOSIMETRÍA PERSONAL TLD Y SU RELACIÓN CON LA CAPACITACIÓN EN RADIODIAGNÓSTICO

Enrique Gaona\*, Jesús G. Franco Enríquez\*\*, Enrique Gaona Castañeda\*\*\*

\*DEHA, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco,

\*\*DAS, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco

\*\*\*Universidad Tecnológica de México.

e-mail:gaen1310@cueyatl.uam.mx

## RESUMEN

La dosimetría personal y la capacitación en seguridad radiológica en radiodiagnóstico en México antes de 1997 eran casi inexistente excepto en pocos servicios de radiología públicos y privados, podemos decir que la dosimetría personal y la capacitación obligatoria nació en el año de 1997, junto con las actuales normas oficiales mexicanas en radiología. Este estudio tiene como propósito hacer una evaluación de la dosimetría personal de 110 servicios de radiología distribuidos en la república mexicana del año 2001 y estimar las dosis media bimensual y anual, así como sus intervalos de confianza y sus relaciones con la capacitación del personal en seguridad radiológica mediante un muestreo que fue realizado en dos etapas (1997 y 2000) en el área metropolitana de la Ciudad de México. Los resultados muestran que las dosis recibidas por el personal médico y técnico en los servicios de radiología participantes esta en el intervalo de 0.03 mSv a 0.94 mSv y la media es de 0.25 mSv. La dosis anual estimada del personal estaría en el intervalo de 0.18 mSv a 5.64 mSv, que son valores muy inferiores al límite de dosis anual que es de 50 mSv y que su magnitud es similar a la dosis anual efectiva por radiación de fondo natural. En capacitación en la primera etapa se encontró que no hay diferencia significativa en la frecuencia de respuestas entre el personal médico y técnico con una  $p < 0.05$ . El 52% del personal ocupacionalmente expuesto de radiología usa dosímetro, pero sólo el 17% de ellos conocen los reportes de dosis. El 15.8% del personal considera que el dosímetro les protege contra la radiación y sólo el 16.5% conoce la dosis máxima permisibles anual para efectos estocásticos. La segunda etapa los resultados muestran que si hay diferencia significativa en la frecuencia respuestas entre el personal médico y técnico, los mismos resultados se obtienen para miembros y no miembros de una asociación profesional con una  $p < 0.05$ . El 38% tiene dosimetría personal, el 19% conoce los principios de protección radiológica.

**Palabras Clave:** Radiología, Dosimetría, TLD, Capacitación.

## INTRODUCCION

La dosimetría personal en radiología en México antes de 1997 era casi inexistente excepto en pocos servicios de radiología públicos y privados, podemos decir que la dosimetría personal obligatoria en radiodiagnóstico nació en el año de 1997, junto con las actuales normas oficiales mexicanas en radiología.<sup>3</sup> Sin embargo, en otras aplicaciones médicas como medicina nuclear y radioterapia, la dosimetría personal es obligatoria poco después de la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear a finales de los años cincuenta del siglo pasado. La dosimetría personal es un procedimiento para asegurar que las dosis recibidas se mantengan dentro de los límites de dosis establecidos por los organismos reguladores nacionales.

Por otra parte, la capacitación obligatoria en materia de seguridad radiológica en radiología también nació en 1997, y es a partir de ese año que se ofrecieron cursos al personal que labora en radiología haciendo énfasis sólo en seguridad radiológica, olvidando en parte la capacitación en control de calidad.

Con los antecedentes anteriores surge una pregunta ¿Realmente en radiología existen las condiciones laborales para que el personal supere en situaciones normales de trabajo los límites de dosis?, ¿Existen condiciones anormales de trabajo por falta de capacitación en las cuales potencialmente el personal pueda superar los límites de dosis?. Para responder a

esas preguntas este estudio tiene como propósito hacer una evaluación de la dosimetría personal de 110 servicios de radiología distribuidos en la República Mexicana del año 2001, con lecturas de dosímetros bimensuales y determinar si la seguridad radiológica es realmente un problema y en que medida los es el control de calidad en radiología.

## LOS MATERIALES Y MÉTODOS

En relación con dosimetría personal los elementos en el estudio son el personal médico y técnico que participa en los servicios de radiología general, fluoroscopia, mastografía y tomografía computarizada distribuidos en la república mexicana. Se llevo cabo un muestreo aleatorio simple bimensual de las dosis recibidas en 110 servicios de radiología durante el año del 2001. El servicio de dosimetría que participó en el estudio esta autorizado por el organismo regulador correspondiente. El total lecturas obtenidas para el año 2001 como resultado del muestreo fueron 229.

Respecto a la capacitación se tomo como referencia varios estudios previos realizados en el área metropolitana de la Ciudad de México. El muestreo de la capacitación del personal fue realizado en dos etapas una en 1997 y la otra en el año 2000. En la primera etapa participaron 40 departamentos de radiología del área metropolitana de la Ciudad de México, el muestreo incluyó sólo al personal médico y técnico, obteniéndose 272 encuestas. En la segunda etapa participaron 33 departamentos de radiología diagnóstica. En esta etapa el muestreo incluyó personal médico radiólogo, técnicos titulados, técnicos no titulados, médicos residentes de radiología y estudiantes técnicos, obteniéndose 257 encuestas. En todos los muestreos se incluyeron servicios de radiología públicos y privados. Con la información obtenida se formo la base de datos para posteriormente procesarse usando modelos estadísticos y computo.<sup>4,5,6,7</sup>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 ilustra los resultados generales del muestreo de las dosis recibidas por el personal médico y técnico en los servicios de radiología participantes esta en el intervalo de 0.03 mSv a 0.94 mSv y la media es de 0.25 mSv considerando que las lecturas de los dosímetros son bimensuales. La dosis anual estimada del personal estaría en el intervalo de 0.18 mSv a 5.64 mSv, que son valores muy inferiores al límite de dosis anual que es de 50 mSv de acuerdo a nuestra legislación o de 20 mSv por recomendaciones internacionales.<sup>1</sup> El UNCEAR reporte 2000 ha estimado que la población recibe una dosis anual efectiva promedio de 2.4 mSv por radiación de fondo natural.<sup>2</sup> sobre la base de los resultados anteriores podemos considerar que la dosis que recibe el personal ocupacionalmente expuesto en radiología es debida a la radiación de fondo natural.

Tabla 1. Características generales de las dosis recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto en radiología en el año 2001.					
Número de mediciones	Mínimo bimensual	Máximo bimensual	Media bimensual	Desviación Estándar	Error Estándar
229	0.03 mSv	0.94 mSv	0.25 mSv	0.19928	0.320

La figura 1 muestra la forma de distribución de las dosis recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto en los servicios de radiología participantes en el muestreo.

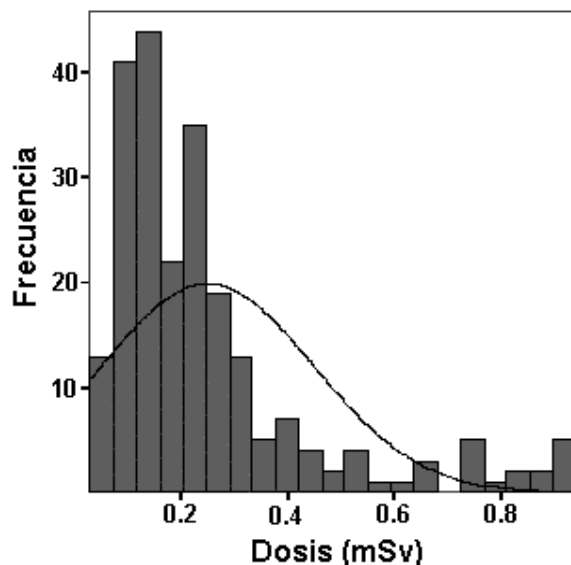


Figura 1. Distribución de frecuencias de las dosis recibidas por el personal en radiología durante el año 2001

La figura 2 ilustra la distribución de media y los intervalos de confianza considerando los resultados de la dosimetría bimensual. La dosimetría de los meses de enero y febrero es la que presenta una mayor variabilidad, sin embargo en los meses siguientes el comportamiento es muy homogéneo entre ellos mismo.

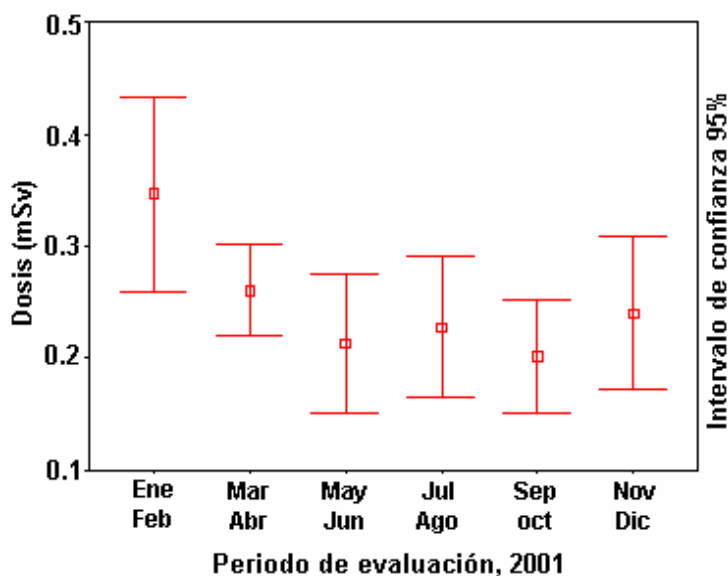


Figura 2. Distribución de las medias de la dosis por periodo de evaluación e intervalos de confianza al 95%.

La tabla 2 muestra comparativamente las características del personal que participó en ambas etapas de muestreo, con relación a la dosimetría personal vemos que en promedio solo el 52 % tiene expediente dosimétrico.

La dosimetría personal esta relacionada con la capacitación en seguridad radiológica, por ejemplo para minimizar las dosis recibidas por exposición laboral al menos se debe

aplicar los tres principios fundamentales, es decir, minimizar el tiempo de exposición, maximizar la distancia a la fuente de radiación y maximizar el espesor de las barreras disponibles entre la fuente de radiación y el personal. Sin embargo, de la tabla 2 vemos que solo el 35% del personal conoce éstos principios y entre el 15% y 18% del personal conoce que son los efectos biológicos de la radiación.

CONCEPTO EVALUADO	ENERO, 1997	ENERO, 2000
1. Pertenecen a institución pública	97%	72%
2. ¿Qué son los rayos X?	14%	62%
3. ¿Cuáles son los 3 principios de protección radiológica?	21%	35%
4. ¿Cuál es el límite anual del equivalente de dosis efectiva para el POE ?	16%	42%
5. ¿Qué son los efectos biológicos deterministas?	1%	15%
6. ¿Qué son los efectos biológicos estocásticos?	1%	18%
7. Conocen el contenido del manual de seguridad radiológica	34%	57%
8. Tienen expediente dosimétrico	62%	42%
9. Padecen efectos biológicos en su persona debido a los rayos X	17%	4%

Teóricamente, la carencia de los principios de protección radiológica y el desconocimiento de los efectos biológicos de la radiación puede ocasionar un exceso de confianza o un temor no justificado a la radiación, lo que daría como resultado que las dosis recibidas por el personal fueran mayores, pero los reportes de dosimetría no muestran esta consecuencia, entonces quiere decir que en radiología diagnóstica no tenemos realmente problemas de seguridad radiológica, aunque la capacitación del personal sea deficiente como lo muestra la tabla 2 y 3.

CONCEPTO EVALUADO	Médico Radiólogo	Médico Residente	Técnico Titulado	Técnico no Titulado	Estudiantes en prácticas
1. ¿Qué son los rayos X?.	52.9 %	<b>71.4 %</b>	63.9 %	60.9 %	67.6 %
2. ¿Qué es el haz útil?.	27.5 %	<b>32.1 %</b>	19.4 %	18.8 %	29.7 %
3. ¿Qué es una barrera primaria?.	<b>23.5 %</b>	21.4 %	11.1 %	18.8 %	16.2 %
4. Conocen el contenido del manual de seguridad radiológica.*	39.2%	<b>64.3%</b>	16.7%	18.8%	13.5%
5. ¿Cuál es el límite del equivalente de dosis efectivo anual para POE?	39.2 %	<b>57.1 %</b>	34.7 %	36.2 %	29.7 %
6. Conocen las dosis recibidas*	<b>52.9%</b>	39.3%	44.4%	34.8%	8.1%
7. ¿Cuáles son los 3 principios de protección radiológica?.*	31.4 %	<b>50.0 %</b>	37.5 %	23.2 %	51.4 %
8. ¿Qué son los efectos biológicos estocásticos?.	23.5%	<b>25.0%</b>	11.1%	13.0%	8.1%
9. ¿Qué son los efectos biológicos deterministas?.*	<b>25.5%</b>	17.9%	9.7%	7.2%	2.7%
10. Padecen efectos biológicos en su persona.	2.0%	3.6%	2.8%	<b>7.2%</b>	0.00 %

\*Significativo para  $\alpha \ll 0.05$

Uno de los objetivos de la segunda parte del estudio fue determinar la distribución de respuestas correctas por tipo de personal entre médico radiólogo, médico residente de radiología, técnico titulado, técnico no titulado y estudiantes en prácticas, de tal manera que nos permitiera conocer cual es el nivel de capacitación que tienen cada uno de ellos en materia de seguridad radiológica. A diferencia de la primer parte del estudio, en este si encontramos que las variables de respuesta son dependientes del tipo de personal, esto es, hay diferencia significativa en la frecuencia de respuestas correctas entre el personal médico y técnico, la tabla 3 ilustra estos resultados.

Hasta ahora, parece que en radiología diagnóstica no tenemos problemas de seguridad radiológica con respecto al personal ocupacionalmente expuesto, aunque su capacitación sea deficiente. Sin embargo, ¿qué sucede con la dosis al paciente, la calidad de imagen y la optimización de los recursos materiales?. Parte de la respuesta esta en la tabla 4, por ejemplo solo el 33.3% del personal de médicos radiólogos conocen al menos tres pruebas de control de calidad en equipos de rayos X convencionales y así sucesivamente vemos que la capacitación del personal en control de calidad no es buena, dando como resultado que la tasa de rechazo sea mayor del 33% en algunos casos y las dosis innecesarias a los pacientes sean mayores.<sup>8</sup>

CONCEPTO EVALUADO	Médico Radiólogo	Médico Residente	Técnico Titulado	Técnico no Titulado	Estudiantes en prácticas
1. Mencione 3 pruebas de control de calidad en radiología convencional*	33.3 %	<b>39.3 %</b>	20.8 %	10.1 %	5.4 %
2. ¿Qué es la capa Hemirreductora?*	21.6 %	<b>39.3 %</b>	12.5 %	17.4 %	13.5 %
3. ¿Porqué debe ser compatible la combinación chasis -pantalla-película-procesador?	21.6 %	21.4 %	<b>23.6 %</b>	21.7 %	16.2 %
4. ¿Conoce el efecto del tamaño del punto focal en la imagen?.*	<b>31.4 %</b>	21.4 %	8.3 %	7.2 %	8.1%
5. ¿Qué sucede con la calidad del haz y la dosis en el paciente si disminuye la filtración total?.	<b>21.6 %</b>	7.1 %	8.3 %	13.0 %	8.1%
6. ¿Porqué esta prohibido el uso de equipos de rayos X sin colimador?	<b>37.3 %</b>	21.4 %	19.4 %	23.2 %	24.3 %
7. ¿Se puede hacer un estudio de mamografía con equipo de rayos X convencional?.	<b>82.4 %</b>	71.4 %	79.2 %	81.2 %	64.9 %

\*Significativo para  $\alpha \ll 0.05$

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que en radiología diagnóstica no tenemos problemas de seguridad radiológica, así lo muestra los resultados de la dosimetría personal, aunque la capacitación del personal en seguridad radiológica sea deficiente. La radiología diagnóstica tiene problemas serios en control de calidad que finalmente van a incrementar las dosis al paciente, menor calidad de imagen y los costos de operación serán mayores. Esto no quiere decir que olvidemos la seguridad radiológica y la dosimetría personal, sin embargo, al mantener los estándares de control de calidad en los servicios de radiología se esta asegurando también la protección radiológica del personal y pacientes.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ICRP, *Recomendaciones 1990, ICRP-60*, Sociedad Española de Protección Radiológica, Madrid, 1991.
2. UNSCEAR, *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, UNSCEAR 2000 Report, Vol. I, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Vienna, 2001.
3. Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-157-SSA1-1996, Salud Ambiental. Protección y Seguridad Radiológica en el Diagnostico Medico con Rayos X, 1996, México.
4. Gaona, E., *Factores que Alteran la seguridad Radiológica en Radiodiagnóstico*, Memorias, II Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, Zacatecas, Mex., Noviembre 22-26, 1993.
5. Gaona, E., *Estudio Exploratorio de la Seguridad Radiológica en Radiología Diagnóstica*, Memorias, IV Congreso Peruano de Protección Radiológica, noviembre 19-21, 1999. Lima, Perú
6. Gaona, E., *Estudio Exploratorio de la Seguridad Radiológica y el Control de Calidad en Radiología*, memorias, XI Congreso Anual Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica y XII Reunión Anual Sociedad Mexicana Nuclear, septiembre 17 - 21, 2000, Morelia, México
7. Gaona, E., *Muestreo de la Capacitación en Protección Radiológica en Radiología Diagnóstica*, memorias, II Congreso Ibero latinoamericano y del Caribe de Física Médica, octubre 17-21, 2001, Caracas, Venezuela.
8. Gaona, E., *The Quality Assurance in Diagnostic Radiology and their Effect in the Quality Image and Radiological Protection of the Patient*, memorias, VI Mexican Symposium on Medical Physics, march 20-22, 2002. Cinvestav Sur México.