

S. Reyes y G. Gama T.<sup>1</sup>,  
M. Beristain y H. Espino

## Evaluación de la dosis de entrada en superficie, dosis en órgano y dosis efectiva E, recibidas por personal y pacientes en estudios de colangiopancreatografía retrógrada endoscópica en el Hospital General de México

### RESUMEN

**Introducción:** Los niveles de radiación emanados de procedimientos radiológicos como la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE) afectan tanto a pacientes como al personal médico. Su normativa y magnitudes radiológicas son la pauta para la realización de la presente evaluación.

**Material y métodos:** Se utilizó un equipo de fluoroscopia operado en modo automático y, para la medición de las magnitudes radiológicas, dosímetros de película de doble emulsión. Se clasificó al personal evaluado como gastroenterólogo en-

doscopista (G1), ayudante (A1), instrumentista (A2) y paciente (P).

**Resultados:** Se estudió un total de siete pacientes (seis del sexo femenino y un varón), cuyo rango de edad estuvo entre los 25 a 79 años. Su número de proyecciones fue de tres (tórax, pelvis y riñones) para pacientes y (tórax, espina cervical y gónadas) para personal médico.

**Discusión:** Los valores de los niveles orientativos observados con los dosímetros fueron menores a los establecidos en el RGSR en la comparación de las dosis de radiación. Sin embargo, el equipo utilizado para CPRE de intervención no satis-

face los valores esperados de la normativa nacional, pese a que en modo convencional sí lo sea.

**Conclusión:** Es necesaria una regulación por parte de la autoridad correspondiente en el uso de los equipos que emiten Rayos X para beneficio tanto del personal médico como de los pacientes.

**Palabras clave:** Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE), dosimetría de radiodiagnóstico, regulación.

*continúa en la pág. 190*

<sup>1</sup> De Calidad XXI S.A. de C.V. y del <sup>2</sup>Departamento de Gastroenterología, Hospital General de México, Dr. Balmis No. 148, Col. Doctores, Del. Cuauhtémoc, 06726 México, D.F.  
Copias (copies): S. Reyes y G. Gama T. E-mail: cxxi@prodigy.net.mx

### Introducción

#### Estudios de colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)

Se ha documentado que tanto pacientes como equipo médico pueden recibir niveles de radiación por encima de los valores normativos y orientativos durante

los procedimientos de radiología intervencional.<sup>1</sup> En particular, en el método conocido como colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE), se utilizan técnicas de fluoroscopia (Rayos X) con fines de diagnóstico y terapéutico en estudios de duodeno, papilla, ductos biliares y ducto pancreático.<sup>2</sup>

Este tipo de procedimientos se efectúan en el Departamento de Gastroenterología del HGM, por lo cual el personal involucrado se hace las siguientes preguntas: ¿Qué tipo de magnitudes dosimétricas permiten evaluar el riesgo debido a la exposición a

## ABSTRACT

**Introduction:** Radiation levels dissipated by radiological procedures, such as the endoscopic retrograde Cholangiopancreatography (ERCP) affect both, the patient as to the medical staff. Regulatory conditions and radiological magnitudes are the basis for carrying out the present evaluation.

**Materials and methods:** Fluoroscopy equipment was used operated in automatic mode and, for measuring the

radiological magnitudes, double emulsion film dosimeter was used. Staff evaluated was classified as gastroenterologist endoscopist (G1), assistant (A1), instrumentalist (A2) and patient (P).

**Results:** A total of seven patients (six female patients and one male patient) were studied whose age range was among the 25 to 79 years old. Three projections were obtained (thorax, pelvis and kidneys) for patient and (thorax, cervical spine and gonads) for medical staff.

**Discussion:** Orienting levels values observed with dosimeters went smaller to those established in RGSR compared to

radiation doses. However, equipment used for intervention ERCP does not comply with national standard regulatory values, in spite of the fact that through conventional mode, it complies.

**Conclusion:** Regulations established by the corresponding authority in the use of the X Rays-emitting equipment is necessary for the benefit of both, medical staff and of the patients.

**Key words:** Endoscopic retrograde Cholangiopancreatography (ERCP), radiodiagnostic dosimetry, regulations.

la radiación en los estudios de CPRE? ¿Qué dosis de entrada en superficie ESD recibe tanto personal médico como pacientes? ¿Cuáles son los órganos irradiados y cuál es el nivel de la dosis en órgano HT? ¿Cuáles son los niveles de dosis efectiva E recibidas y cómo son respecto a los niveles recomendados por la normativa nacional e internacional?

### Dosimetría de radiodiagnóstico

Wall<sup>3,4</sup> establece que existen tres magnitudes esenciales para la dosimetría de radiodiagnóstico: Magnitudes de operación de la fuente, magnitudes dosimétricas del campo de radiación y magnitudes dosimétricas relacionadas con el paciente (*Figura 1*).

Magnitudes físicas asociadas a la operación de la fuente de Rx. Son los parámetros establecidos para el funcionamiento propio del tubo de rayos X: Corriente del tubo en mA, tiempo de exposición en segundos, potencial aplicado kVp y calidad de haz.

Magnitudes dosimétricas del campo de radiación

1. Kerma en aire Ka, su unidad es el gray (Gy).
2. Dosis absorbida en aire Da. La unidad de dosis absorbida es el gray, Gy.
3. Dosis absorbida incidente en aire.

Magnitudes dosimétricas relacionadas con el paciente

1. Dosis de entrada en superficie ESD.
2. Dosis absorbida en órgano o dosis en órgano DT.
3. Dosis equivalente, H.

La dosis equivalente es la magnitud que se utiliza con fines de protección radiológica PR, tiene en cuenta tanto la dosis absorbida D, como la eficacia biológica de los diferentes tipos y energías de las radiaciones ionizantes. Eficacia biológica que en el caso exclusivo de PR se le conoce como factor de calidad Q. La dosis equivalente, H, se expresa en el punto de interés en tejido donde la radiación deposita energía.

La unidad de dosis equivalente es el sievert, Sv. Cabe señalar que al igual que el caso de la dosis en órgano la dosis equivalente es una magnitud dosimétrica que no se puede medir directamente, por lo tanto se requiere realizar estimaciones de la misma mediante modelos matemáticos.

#### 4. Dosis equivalente efectiva, HE

Esta magnitud dosimétrica fue establecida en el sistema de limitación de dosis ICRP 26 (1976), con el propósito de evitar los efectos biológicos determinísticos y limitar la aparición de los estocásticos y fue definida inicialmente con auxilio de los índices de dosis equivalentes para radiación distribuida uniformemente a cuerpo entero. En 1978 en el reporte conocido como Recomendaciones de Estocolmo, se le asignó el símbolo de HE. Ésta se define como la suma de las dosis equivalentes pesadas para órganos o tejidos irradiados.

Sin embargo, al igual que la H, la HE no es una magnitud medible, problema que se intentó superar con el auxilio de los índices de dosis equiva-

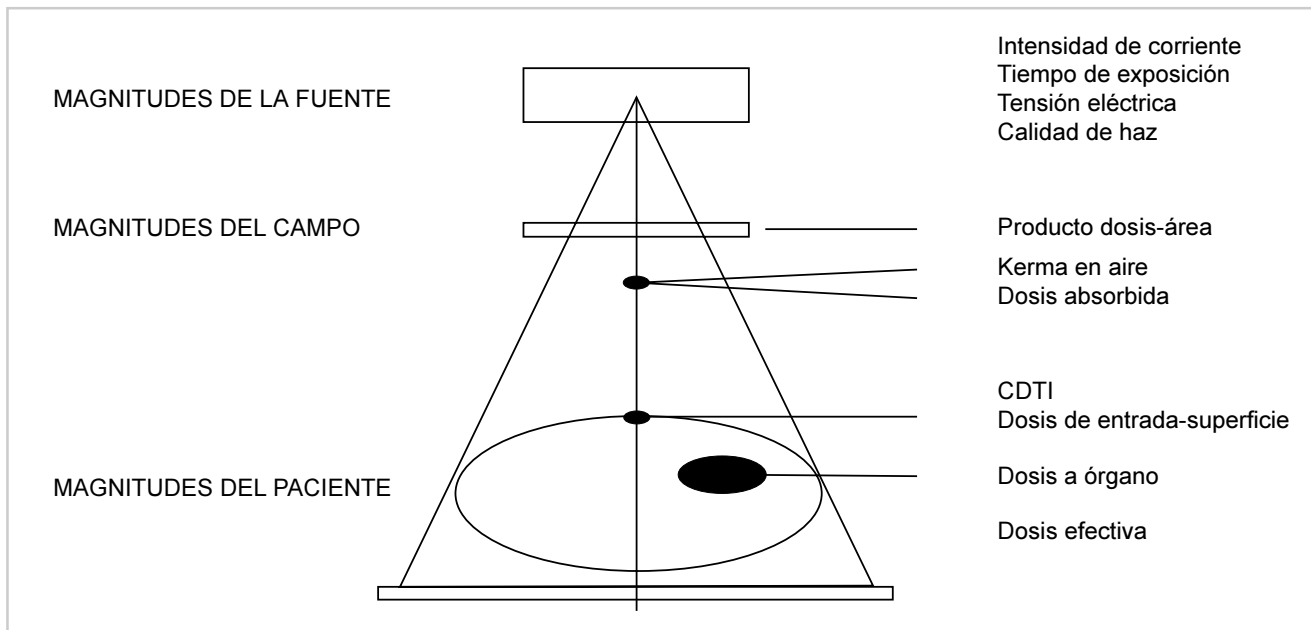


Figura 1. Magnitudes físicas en dosimetría de radiodiagnóstico.

lente, pero hubo que desecharlos por no ser magnitudes físicas aditivas, esta situación condujo al desarrollo de las denominadas magnitudes operativas ICRU.5

5. Dosis efectiva, E

Esta magnitud se define en el ICRP 60 (1990) donde se establece nuevas recomendaciones y definiciones; en dicho documento se propone sustituir la dosis equivalente efectiva por el de la dosis efectiva, E. Actualmente de acuerdo con el ICRP 60 los factores de calidad cambian de valor respecto de los de ICRP 26, por lo que estrictamente los valores de HE y E, no son comparables.

6. Dosis equivalente ambiental H\*(d)

En particular la dosis equivalente ambiental H\*, es la magnitud operativa mediante se estima la E o HE, y la cual se usa para calibrar los dosímetros de película empleados en este estudio;  $[H^*] = J\ kg^{-1} = 1\ sievert = 1Sv.5.$

**Material y método**

**Desarrollo**

Se usa un equipo de fluoroscopia con tubo debajo de la mesa, operado en modo automático de exposición CAE, a tensiones promedio de 80 kVp, con una energía efectiva de 50 kV. Para la evaluación de las magnitudes radiológicas se utilizaron dosímetros de película de doble emulsión marca Kodak Tipo 2,6 leídas en un densitómetro.

**Irradiación para evaluación de la ESD en procedimientos de CPRE**

Irradiación de películas en los procedimientos de CPRE

El personal que se evaluó fue clasificado como:

1. Gastroenterólogo endoscopista G1.
2. Ayudante A1.
3. Instrumentista A2.
4. Paciente P.

Las películas se colocaron para el personal en: 1. mano derecha, 2. frente, para evaluar cristalino (ojo), 3. cuello, para evaluar tiroides y 4. tórax dentro D y 5. tórax fuera F del mandil de plomo.

En el caso del paciente se usaron tres posiciones: tórax, región hepática y pelvis.

Las mediciones se realizaron para siete procedimientos terapéuticos independientes de CPRE, los cuales se muestran en el cuadro 1.

**Evaluación de la ESD:** Los dosímetros de película de doble emulsión marca Kodak Tipo 2 son calibrados en términos de dosis equivalente ambiental H\* para la energía del 137Cs con trazabilidad al LSCD del ININ.

Cabe observar que la ESD se estima a la distancia  $fsd = 1m.$

Estimación de la H<sub>T</sub> y E con software NRPB R262. Las estimaciones de las dosis en órgano HT, dosis equivalente efectiva HE y dosis efectiva E se calculan empleando resultados de simulación de Montecarlo con el programa NRPB R262.<sup>7</sup> Se estima la H<sub>T</sub> para 22 ór-

**Cuadro I.** Información general de los estudios de CPRE.

Paciente	Sexo	Edad Años	Tiempo de irradiación minutos	ESD ± DE mGy/min	Número de exposiciones 11 x 14
1	F	25	4.7	0.200 ± 0.503	10
2	F	56	1.4	0.089 ± 0.081	6
3	F	55	1.1	0.406 ± 1.340	6
4	F	35	5.7	0.042 ± 0.041	6
5	F	27	8.8	0.081 ± 0.214	9
6	M	79	1.3	1.505 ± 5.228	4
7	F	24	5.7	0.033 ± 0.033	6

**Cuadro II.** ESD media estimada y su desviación estándar en unidades de mGy

Estudio N = 63	Personal	Película en Médicos n = 63	Película en Paciente, n = 21	Punto película, n = 147
1. 0.940 ± 2.362	G1, n = 126	Ojo: 0.198 ± 0.161	Tórax	C
2. 0.124 ± 0.113	0.146 ± 0.139	Tiroides:	3.243 ± 3.700	0.646 ± 2.886
3. 0.447 ± 1.474	A1, n = 126	0.242 ± 0.191	Región Hepática	D
4. 0.242 ± 0.233	0.198 ± 0.193	Tórax F:	7.004 ± 10.880	0.683 ± 2.997
5. 0.716 ± 1.883	A2, n = 126	0.229 ± 0.178	Pelvis	H
6. 1.957 ± 6.797	0.193 ± 0.193	Tórax D:	0.370 ± 0.180	0.647 ± 2.868
7. 0.188 ± 0.187	P, n = 63	0.096 ± 0.153		
3. 539 ± 7.079	Mano: 0.243 ± 0.180 Gónadas: 0.066 ± 0.106			

n es el número de películas consideradas en la estimación del promedio.

ganos; y a partir de éstas la HE y E mediante coeficientes de conversión que transforman la ESD o la dosis área producto DAP para 68 tipos de proyecciones radiográficas.

### Resultados y discusión

Determinación de la ESD. Los valores medios de la ESD y su desviación estándar DE en unidades de mGy se muestran en el *cuadro I*.

Evaluación de la  $H_T$  y E con software NRPB R262 a partir de las ESD. Con los valores de la ESD se calculan las dosis en órgano HT, las E y HE el paciente y el personal médico, tomando en el caso de pacientes tres proyecciones: tórax AP, pelvis AP y riñones AP; y para los médicos se toman las proyecciones: tórax AP, espina cervical AP y gónadas (Cuadro II).

Comparación de HE y E con límites anuales. Con respecto a la ESD estimada mediante los dosímetros se observa menor a los valores de los niveles orientativos para fluoroscopia establecidos en las NBS (< 25 mGy/min, ver Adenda III *Cuadro III*).

### Conclusiones

La  $H_E$  que recibe un especialista (gastroenterólogo intervencionista) es de 9 mSv/año para un aproximado de 300 estudios año-1 que se realizan en el hospital de referencia. Considerando los límites anuales establecidos en el RGSR que es de 50 mSv/año, es posible que no se lleguen a alcanzar y mucho menos a superarse. Para el caso de la E ésta tiene un valor aproximado de 9 mSv/año para los 300 estudios, así que los límites del ICRP 60 de 20 mSv/año tampoco se exceden. Por otro lado, es importante comparar estas evaluaciones con la dosimetría personal del personal.

Aunque el valor de la rapidez de ESD máxima estimada es menor que la establecida en los niveles orientativos de las NBS (*Cuadro I*), se espera una reducción de las ESD usando un equipo moderno.

En este sentido el equipo que se utiliza para ECRP actualmente se usa como equipo convencional y de intervención. Sin embargo, aunque cumple los parámetros de control de calidad en su modalidad de equi-

**Cuadro III.** Valores máximos del estudio.

Máximas dosis	Paciente mSv $H_E = 1.25$ $E = 1.00$	Médicos mSv $H_E = 0.03$ $E = 0.03$
Órganos	DT, mGy	
Mama	1.99	0.06
Vesícula	2.36	0.07
Estómago	3.39	0.03
Corazón	1.39	0.30
Hígado	2.35	0.18
Pulmón	1.02	0.22
Ovarios	0.12	0.00
Piel	0.58	0.11
Páncreas	1.53	0.10
Bazo	0.86	0.06
Testículos	0.26	0.08
Timo	2.02	0.54
Tiroides	0.78	0.48
Vejiga	0.17	0.02
Útero:	0.142	0.00
Esófago	0.58	0.08
Médula	0.30	0.05

po convencional, no es así en el caso de intervención, ya que sus parámetros como tasa de exposición máxima no satisfacen los valores esperados de la normativa nacional<sup>8</sup> de ahí la sugerencia de sustituirlo.

De acuerdo con el presente estudio se observa la necesidad de regular por parte de la autoridad correspondiente a otros equipos que se han excluido, v. gr.

litotripsia, simuladores en aceleradores lineales, entre otros, y que finalmente utilizan Rayos X con la justificación de que por sus características especiales requieren una normativa específica, sin embargo su principio de operación en esencia es el mismo, las emisiones son de energías similares a las manejadas en radiodiagnóstico.

## Referencias

1. Padovani R. Radiological protection in interventional radiology, Radiological Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy. Proceedings of an International Conference held in Malaga Spain, IAEA Vienna, (2001).
2. Buls N, Pages J, Mana y Osteaux. Patient and Staff exposure during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. British Journal of Radiology 2002; 75: 435-43.
3. Wall BF. How to assess the dose to the patient in diagnostic radiology, Ninth International Congress of the IRPA, Vienna, Refresh Course R 02 (1996).
4. Wall BF, Harrison RM, Spiers. Patient Dosimetry Techniques in diagnostic Radiology. The Institute of Physical Sciences in Medicine Report 53, Oxford, (1988).
5. ICRU. Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry. ICRU Report 51, Bethesda (1993).
6. Kodak. Kodak Personal Monitoring Films. Kodak Cat N 8823155, TI480, Rochester, (1983).
7. Hart D, Jones DG, Wall BF. Estimation of Effective Dose in Diagnostic Radiology from Entrance Surface Dose and Dose Area Product Measurements. NRPB report R262, Chilton (1994).
8. NORMA Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.
9. International Agency Energy Atomic, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna, (1996).