

DOSIS EFECTIVA A PACIENTES EN PROCEDIMIENTOS DE RADIOLOGÍA VASCULAR INTERVENCIONISTA EN MÁLAGA Y TENERIFE (ESPAÑA)

¹Rafael Ruiz Cruces, MD, PhD; ²José Hernández Armas, PhD; ¹Manuel Pérez Martínez, PhD; ²Juan García-Granados, BSc; ²Francisco J. Díaz Romero, MD, PhD; ¹Antonio Díez de los Ríos Delgado, PhD.

¹Grupo de Investigación en Protección Radiológica. Dpto. de Radiología y M.Física. Facultad de Medicina. Universidad de Málaga.

²Grupo de Investigación en Protección Radiológica. Dpto. de Radiología y M.Física. Universidad de La Laguna. Tenerife.

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo estimar la dosis efectiva que reciben los pacientes en procedimientos de radiología vascular intervencionista con sistema digital. La dosis efectiva (E) es el mejor evaluador del riesgo radiológico. Para su estimación se ha partido de una cámara de ionización plana, mediante la cual se obtuvieron los valores del producto de dosis-área ($\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$). Mediante el método descrito en el report NRPB R-262 se han seleccionados proyecciones que se ajustan al campo irradiado en cada uno de los procedimientos analizados. Los valores del producto de la dosis-área y dosis efectiva han sido $75,7 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ y $10,5 \text{ mSv}$ para angiografías abdominales; $29,0 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ y $7,6 \text{ mSv}$ para arteriografías diagnósticas de miembros inferiores; $104,5 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ y $23,6 \text{ mSv}$ para drenajes biliares; $90,5 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ y $21,5 \text{ mSv}$ para varicoceles; y por último, $39,5 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ y $9,6 \text{ mSv}$ para nefrostomías.

1. Introducción.

Los procedimientos de Radiología Vascular e Intervencionista (RVI) han aumentado de forma sustancial durante los últimos años. Esta "cirugía mínimamente invasiva" ha reducido complicadas intervenciones quirúrgicas. En contraposición, estos procedimientos han incrementado el uso de las radiaciones ionizantes, lo que supone un crecimiento de los valores de dosis a pacientes y al personal profesionalmente expuesto [1].

Los procedimientos de RVI son exploraciones "complejas" en las que se usa grafía y escopia. Como cualquier exploración que utiliza rayos X, estos estudios radiológicos han de someterse a un Control de Calidad que determine las dosis a pacientes, lo cual es requisito legal en nuestro país desde enero de 1996 [2]. Además, con la aprobación de la nueva directiva en el Consejo de la Unión Europea [3], los Estados Miembros deben estimar los valores de referencia en exploraciones complejas. Estos requerimientos legales deben ser establecidos en cualquier país de Nivel Sanitario I. Dicha disposición legal entrará en vigor antes del 13 de mayo del 2000.

El objetivo de este trabajo ha sido estimar las dosis a pacientes (dosis efectiva) en las exploraciones de Radiología Vascular e Intervencionistas (RVI) en los Hospitales Universitarios de Málaga y de Tenerife, como primer paso para evaluar los riesgos radiológicos a los pacientes. Los procedimientos seleccionados se han agrupados en angiografías abdominales (A.Abd), arteriografías diagnósticas de miembros inferiores (A.MMII), drenajes biliares (DB), varicoceles (Var) y nefrostomías (Nefro).

2. Material y Método.

2.1. Equipamiento y calibración.

2.1.1. Málaga.

La calibración del equipo Siemens Angioskop Digitron III fue realizada por el Servicio Técnico de la casa Siemens, durante todo el tiempo de la investigación. Además, la Unidad de Protección

Radiológica del H.Universitario de Málaga verificó el mismo mediante un NERO-6000M, encontrando que los parámetros de reproducibilidad, linealidad y eficacia presentaron un C.V. inferior al 5.1 %. Este equipo incorpora el sistema Digimatic Z115, que optimiza la técnica radiológica (kVp, mAs) para cada proyección. La cadena de formación de imágenes esta compuesta por un intensificador de imagen Digitron con 3 tamaños circulares: 33,27 y 17 cm de diámetro, cámara giratoria de TV y monitores Videomed. La formación de la imagen digital se realiza a través de un convertidor analógico digital de 10 bits/pixel. Los formatos de imagen que posee son: 256x256 y 512x512 pixeles. La fluoroscopia puede ser de dos tipos: convencional o digitalizada continua. Este equipo no posee fluoroscopia pulsada [4].

2.1.1. Tenerife.

La calibración del equipo INTEGRIS V3000 fue realizada por el Servicio Técnico de la casa Philips. Además, el Servicio de Protección Radiológica del H.Universitario de Canarias verifico el mismo mediante una cámara de ionización NERO 4000 M+, encontrando que los parámetros de reproducibilidad, linealidad y eficacia presentaron un C.V. inferior al 3 %. Adicionalmente se comprobó la concordancia entre el valor de dosis obtenido a partir de la exposición medida con el NERO y la dosis calculada a partir de PDA medido con Diamentor M2. La concordancia fue del orden del 98 %.

El equipo de sustracción digital, un Philips INTEGRIS V3000 con tubo de rayos Super Rotalix metálico, incorpora el sistema APR que posibilita la optimización automática de la técnica radiológica (kVp, mAs) para cada proyección. La cadena de formación de imágenes esta compuesta por un intensificador de imagen Pentaview con 5 tamaños circulares: 38, 31, 25, 20 y 17 cm de diámetro, cámara giratoria de TV y monitores HM 20 S. La formación de la imagen se realiza a través de un convertidor analógico digital de 10 bits/pixel y con un procesador de imagen interno de 16 bits/pixel. Los formatos de imagen que posee son: 512x512, 512x1024, 1024x1024 y 1280x1024 pixeles. La fluoroscopia puede ser de tres tipos: convencional, la digitalizada continua y la digitalizada pulsada [5].

2.2. Método dosimétrico.

En ambos centros asistenciales, el producto de la dosis-área (DAP) ha sido determinado mediante una cámara de ionización plana Diamentor M2, calibradas por el Servicio Técnico PTW (Friburg-Alemania). Para el cálculo de la dosis efectiva se han seleccionado proyecciones diseñadas por Hart et al [6,7] para exploraciones radiológicas simples y complejas de digestivo. Nosotros hemos agrupado los procedimientos de RVI según la zona irradiada, seleccionando la proyección que más se ajusta a los campos irradiados. Para facilitar los cálculos se ha utilizado el programa Eff-Dose V 1.02 [8], basándose en cuatro parámetros: kilovoltaje medio, filtración total del haz de rayos X, DAP y proyección seleccionada. Además, este programa permite la estimación de la dosis efectiva con los factores propuesto por ICRP-60 [9] y no por los factores antiguos de ICRP-26 [10].

2.3. Exploraciones seleccionadas.

Un total de 226 procedimientos han sido analizados: 143 en el Hospital de Tenerife y 83 en el Hospital de Málaga. Las **angiografías abdominales** engloban las arteriografías de aorta abdominal, renales, celiaco-mesentéricas y hepáticas. La proyección "Abdomen PA" ha sido seleccionada como la más apropiada para este tipo de procedimientos [7,8]. Las **arteriografías de miembros inferiores** analizadas sólo son de tipo diagnóstico. La proyección "Pelvis PA" ha sido considerada la más apropiada para este tipo de procedimientos [7,8]. Los **drenajes biliares** reúnen a las colangiografías-transparieto-hepáticas (CTPH), drenajes biliares y las extracciones de litiasis biliares. La proyección "Riñón PA" ha sido escogida como la mejor para este tipo de procedimientos [7,8]. Para las embolizaciones de la vena espermática (**Varicoceles**) la proyección "Pelvis PA" ha sido considerada la más ajustada [7,8]. Por último, la proyección "Riñón AP" ha sido seleccionada para los procedimientos de nefrostomías [7,8].

3. Resultados.

En la tabla I se muestra el número y tipo de exploraciones, así como las características técnicas en escopia y grafía.

Tabla I.- Exploraciones y parámetros técnicos empleados.

Explo	MALAGA					TENERIFE				
	Escopia			Grafía		Escopia			Grafía	
Tipo	Nº	kV	mA	kV	mA	Nº	kV	mA	kV	mA
A.Abd.	29	85	4,5	81	43	16	86	5,4	78	47
A.MMII.	12	83	3,2	71	45	35	73	3,9	66	45
D.B.	18	89	3,9	82	48	18	92	5,7	82	42
Var.	10	79	4,3	81	42	20	77	4,4	72	42
Nefro.	14	91	3,5	80	44	54	87	5,6	78	40

La tabla II presenta los valores promedio de DAP en Gy.cm² y E en mSv.

Tabla II.- Producto dosis-área y dosis efectiva.

Explo	Proy.	MALAGA		TENERIFE		PROMEDIO	
		DAP	E	DAP	E	DAP	E
Tipo	R-262	(Gy.cm ²)	(mSv)	(Gy.cm ²)	(mSv)	(Gy.cm ²)	(mSv)
A.Abd.	Abdom. PA	90	12,7	61	8,2	75,7	10,5
A.MMII.	Pelvis PA	28	8,9	30	6,2	29,0	7,6
D.B.	Riñón PA	59	9,0	150	38,2	104,5	23,6
Var.	Pelvis PA	106	25,7	75	17,3	90,5	21,5
Nefro.	Riñón AP	23	5,5	56	13,6	39,5	9,6

4. Discusión.

La trascendencia de obtener valores de referencia de dosis a pacientes en procedimientos de RVI radica en poder estimar el riesgo radiológico que supone someterse a estas exploraciones.

Es importante reseñar la diferencia de resultados en DAP, y por lo tanto en E, entre ambos centro asistenciales. La forma de realización de estos procedimientos es similar en ambas Unidades de RVI. Las posibles causas de estas diferencias son multifactoriales: formación en protección radiológica del personal, el uso de tiempos largos de escopia y el tipo de la misma (preferible convencional o estándar a escopia de alta-dosis) y la diferencia entre la experiencia del radiólogo senior con el residente de radiodiagnóstico.

En A.MMII, Vañó et al [11] obtuvo un valor de DAP de 66,63 Gy.cm², Steele et al [12] 42,91 Gy.cm² y Thwaities et al [13] 26,26 Gy.cm².

Geterud et al [14] presentó unos valores de E (con factores de ICRP-26) de 4,2 mSv en procedimientos de extracción de litiasis renal, que podría corresponder con la misma zona de irradiación que las nefrostomías.

5. Conclusión.

Actualmente no existen publicaciones como la NRPB R-262 que establezcan relaciones entre DAP ú otro tipo de magnitud, y la dosis efectiva en procedimientos de RVI. Quizá los valores de dosis en órganos (paso previo a la obtención de la dosis efectiva) puedan ser calculados mediante colocación de dosímetros de termoluminiscencia (TLD-100) en un Phantom Laboratory (35 rodajas con 902 posibles localizaciones) simulando los campos y técnicas de las exploraciones de RVI [15].

Por último, creemos que deben seguirse las recomendaciones propuestas por la OMS [16]:

1. Todo personal de RVI debe tener una educación adecuada mediante programas de formación.
2. Deben estimarse la dosis a pacientes y poner todos los medios posibles para reducir al máximo dicha dosis (Criterio ALARA).
3. Los radiólogos vasculares deben conocer las dosis de radiación a pacientes. Esto es posible si se colocan en los nuevos equipos digitales sistemas de medición de la DAP.
4. Los pacientes deben ser controlados para observar posibles problemas de piel en la zona irradiada.
5. Los Hospitales deben establecer valores de referencia de DAP y realizar controles de calidad de las imágenes, para cada procedimiento de RVI.

Bibliografía

1. **BALTER,S.,SHOPE,TB.** Syllabus: A Categorical Course in Physics: Physical and Technical Aspects of Angiography and Interventional Radiology. 81st Scientific Assembly (Dec, 95). RSNA (1995) 1-258.
2. **BOE.** Boletín Oficial de Estado. Real Decreto 2071/1995. Criterios de calidad de radiodiagnóstico. BOE, nº20 (1996).
3. **CEE.** Diario Oficial 97/43/EURATOM. Protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas. DO nº L 180/22. (1997).
4. **SIEMENS.** Manual del equipo Angioskop Digitron 3.
5. **PHILIPS.** Manual del equipo Integris 3000 V.
6. **HART,D.,WALL,BF.** Estimation of effective dose from dose-area product measurements for barium meals and barium enemas. Br. J. Radiol. **67** (1994) 485 a 489.
7. **HART,D.,JONES,DG.,WALL,BF.** Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements. NRPB-R262. (1994) 1 a 57.
8. **EFF-DOSE V1.02.** National Board of Health. N.Inst.of Radiation Hygiene. Denmark, (1995).
9. **ICRP-60.**1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP, (1991).
10. **ICRP-26.**1977 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP, (1977).
11. **VAÑO,E.,GONZÁLEZ,L.,FERNÁNDEZ,JM.,GUIBELALDE,E.** Patient dose values in interventional vascular radiology. Br. J. Radiol. **68** (1995) 1215 a 1220.
12. **STEELE,HR.,TEMPERTON,DH.** Patient dose received during digital subtraction angiography. Br. J. Radiol. **66** (1993) 452 a 456.
13. **THWAITES,JH.,RAFFERTY,MW.,GRAY,N.,BLACK,J.,STOCK,B.** A patient dose survey for femoral arteriogram diagnostic radiographic examinations using a dose-area product meter. Phys. Med. Biol. (1996) 899 a 907.
14. **GETERUD,K.,LARSSON,A.,MATTSON,S.** Radiation doses to patient and personnel during fluoroscopy at percutaneous renal stone extraction. Acta Radiol. **30** (1989) 201 a 205.
15. **RUIZ-CRUCES,R., PÉREZ,M., MARTÍN,A., FLORES,A., CRISTOFOL,J., MARTÍNEZ,M., DIEZ DE LOS RÍOS.A.** Patient dose in interventional vascular radiology: conventional versus digital systems. Radiology (1997) MS#0557 accepted, in press.
16. **ZEILER,E.** Joint WHO/Institute for Radiation Hygiene Workshop on Efficacy and Radiation Safety in Interventional Radiology. Report. October 9 al 13 Munich-Neuherberg (1995).