



RADIATION DOSES TO PATIENTS IN HAEMODYNAMIC PROCEDURES

B. Cañadillas-Perdomo¹, C. Pérez-Martín², A. Catalán-Acosta¹, D. de Armas-Trujillo³, J. Hernández-Armas¹

¹Servicio de Física Médica, Hospital Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife, España

²Servicio de Ingeniería Biomédica, Hospital Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife, España

³Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife, España

Abstract

Interventional radio-cardiology gives high doses to patients due to high values of fluoroscopy times and large series of radiographic images.

The main objective of the present work is the determination of the dose-area product (DAP) in patients of three different types of cardiology procedures with X-rays.

The effective doses were estimated through the organ doses values measured with thermoluminescent dosimeters (TLDs-100), suitable calibrated, placed in a phantom type Rando which was submitted to the same radiological conditions corresponding to the procedures made on patients.

The values for the effective doses in the procedures CAD Seldinger was 6.20 mSv on average and 1.85mSv for pacemaker implants.

1. Introducción

La cardiología intervencionista es una especialidad médica en la que se utilizan los Rayos X como guía para la realización de diversas acciones médicas cardíacas. Se han publicado estudios dosimétricos en diferentes lugares [1], [2], [3] que indican que las dosis a los pacientes son suficientemente altas para que se hayan dado casos incluso de efectos determinísticos. Aunque los beneficios para el paciente pueden ser evidentes es necesario evaluar las dosis recibidas por paciente para poder asegurar el cumplimiento de los principios de justificación y optimización que exige el sistema de limitación de dosis en que se basa la protección radiológica en general y la del paciente en particular.

Los largos tiempos de exposición habituales en estos estudios de Hemodinámica [4-6] ocasionan altas dosis en la zona irradiada que, en estos casos, suele estar limitada a pequeñas áreas del tórax del paciente. Asimismo, el frecuente gran número de imágenes obtenidas ocasionan también valores importantes de dosis. Esta situación, conocida desde hace años [7], se mantiene a pesar de los continuos avances en la mejora de los equipos radiológicos diseñados para realizar estas actividades.

En el momento presente, en España ha entrado en vigor, hace unos meses, una normativa por la que estos equipos han de funcionar dotados de un sistema de medida y registro de la dosis a los pacientes. Sin embargo, todavía la mayoría de los equipos radiológicos dedicados a cardiología radiológica funcionan sin contar con ese equipamiento, por lo que las determinaciones de dosis han de realizarse mediante el uso de equipamiento adecuado y mediante la colaboración de diversos profesionales: cardiólogos, técnicos, radiofísicos y personal sanitario.

El propósito de este trabajo es realizar la caracterización dosimétrica de diversos procedimientos de radio-cardiología intervencionista y diagnóstica midiendo el producto dosis área correspondiente a cada procedimiento realizado sobre pacientes reales. Además se han

medido las dosis equivalentes necesarias para el cálculo de la dosis efectiva al paciente a partir de la simulación de los procedimientos en un maniquí antropomórfico tipo Rando, en el que se colocaron dosímetros termoluminiscentes.

2. Material y método

El estudio se ha realizado en la Unidad de Hemodinámica del Servicio de Cardiología del Hospital Universitario de Canarias (HUC). Está compuesto de dos salas:

- Sala 1: donde se realizan todos los procedimientos relacionados con marcapasos cardíacos.
- Sala 2: donde se realiza estudios de angiografía coronaria diagnóstica (CAD) tipo Seldinger y tipo Sones, y estudios de angioplastia coronaria transluminal percutánea (PTCA).

En la sala 1 el equipo usado fue también de la marca Siemens con un tubo Megalix 125/20/82 y generador Polydoros 80.

Todos los estudios realizados en la sala 2 se hicieron con un equipo de la marca Siemens, con generador Polydoros IS-C y con adquisición digital de imágenes. En ambas salas se da escopia pulsada.

Estos equipos cumplieron, durante la realización del estudio, las especificaciones fijadas en el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico [8].

La medida del producto dosis-área se hizo con una cámara de transmisión PTW modelo Diametor M2, la cual se adosaba al diafragma del tubo de rayos X y cuyo sistema de registro se situaba en la consola de control del equipo radiológico.

En cada uno de los procedimientos se tomaron los siguientes datos:

- a) Datos del paciente: edad, sexo, peso, talla, diámetro anteroposterior (AP), y diámetro lateral o transversal. Los diámetros se tomaron a la altura del tórax.
- b) Datos del procedimiento:
 - Cinegrafía: kV, mA, distancia foco-intensificador (SID), tiempo de grafía, nº fotogramas, todo esto para cada serie.
 - Fluoroscopia: kV, mA, tiempo escopia.
 - El tamaño del campo usado en grafía fue siempre de 17 cm de diámetro, y en escopia de 23cm, para las exploraciones realizadas en la sala 2. Para los estudios relacionados con marcapasos cardíacos (sala 1) el tamaño del campo usado fue de 27cm.

El número de fotogramas por segundo usado en grafía fue siempre de 12,5 excepto para el ventriculograma (que es normalmente la última serie de cine) que fue de 50.

Las proyecciones usadas durante los procedimientos, fueron:

Posteroanterior, posteroanterior-caudal, posteroanterior-craneal, derecha anterior oblicua, derecha anterior oblicua - caudal, derecha anterior oblicua - craneal, izquierda anterior oblicua, izquierda anterior oblicua - craneal, izquierda anterior oblicua - caudal.

Se han realizado medidas en 62 pacientes. En 38 de ellos se hicieron CAD tipo Seldinger (18 mujeres y 20 hombres). En 7 pacientes los CAD fueron tipo Sones. En 6 pacientes se

realizaron PTCA. En 11 pacientes se realizaron implantes de marcapasos tipo DDD bicameral (colocación de dos cables, uno en aurícula y otro en ventrículo).

Todos los pacientes que fueron incluidos en este estudio tuvieron un peso comprendido entre 50 kg y 90 kg.

Se ha usado un maniquí Rando para estimar las dosis en órganos, mediante la utilización de dosímetros termoluminiscentes Harshaw tipo TLD-100 que se distribuyeron por todo el maniquí en posiciones correspondientes a los órganos y tejidos establecidos en las recomendaciones ICPR-60 para el cálculo de dosis efectiva.

La dosis asignada a cada órgano fue determinada haciendo un promedio de todos los resultados proporcionados por los TLDs colocados en el mismo, como es habitual [9]

La dosis de cada TLDs fue medida usando un lector Harshaw 4000, siguiendo para ello el procedimiento habitual en nuestro laboratorio.

La reproducción de los datos en el maniquí se hicieron para dos exploraciones: CAD tipo Seldinger y DDD.

En total fueron usados 65 TLD en la reproducción de el CAD tipo Seldinger y 55 TLDs para los implantes DDD de marcapasos.

3. Resultados

Las medidas realizadas de los parámetros representativos de cada tipo de exploración han dado lugar a los valores medios y desviaciones estándar (SD) que se presentan en la Tabla I.

La complejidad de las exploraciones PTCA se refleja en el alto valor promedio del producto dosis área.

En las exploraciones CAD tipo Seldinger cuyos resultados se presentan en esta Tabla I, sólo se han considerado las exploraciones “típicas”: coronariografía y ventriculografía.

Puede observarse en la tabla como en el cateterismo tipo Sones el valor del PDA es un algo más elevado que en el tipo Seldinger. Probablemente se debe a la mayor dificultad de realización del primer tipo.

La contribución de fluoroscopia y cinefluorografía al PDA en cada exploración, está representada en la figura 1. Se puede observar que en CAD (tipo Seldinger y tipo Sones) se da más cinefluorografía que fluoroscopia al contrario que en PTCA. En la sala 1, de los marcapasos sólo usa escopia.

Para reproducir las exploraciones cuando se usó el maniquí se utilizaron los valores medios de los parámetros medidos sobre los pacientes reales. En particular, se tenía muy en cuenta la máxima similitud entre el valor medio de PDA en los pacientes y el valor alcanzado en la irradiación del maniquí.

En la Tabla II se presentan los valores de las dosis medidas en “órganos” [10] del maniquí antropomórfico utilizando dosímetros termoluminiscentes TLD-100, que habían sido calibrados en el Centro Nacional de Dosimetría. Los datos corresponden a las dos exploraciones anteriormente indicadas. Es de señalar que estas dosis corresponden a los valores medios obtenidos a partir del conjunto de dosímetros colocados en cada órgano.

Tabla I. Parámetros radiológicos y dosimétricos de las tres exploraciones

Tipo de exploración	N° pacientes	Cine			Escopia			DAP cGy*cm ² (SD)
		kV (SD)	mAs (SD)	N° FOTOGRAMA (SD)	SERIES CINE (SD)	KVp (SD)	mAs (SD)	
CAD (Seldinger)	38	70,5 (3,7)	3050,2 (231,1)	85,9 (9,5)	8,4 (2,0)	78,8 (7,2)	2271 (2653,3)	1907,5 (1171,1)
CAD (Sones)	8	75,5 (5,1)	3764,7 (511,4)	89,5 (8,1)	9,75 (2,1)	79,4 (1,7)	2567,1 (913,2)	2817 (1092,7)
PTCA	6	90,6(10,5)	2749 (5075)	95,2 (15,6)	9 (3,2)	98,3 (9)	10334,4 (2869)	4115 (4669,3)

Tipo de exploración	N° pacientes	kV	mA	DAP (cGy*cm ²) (SD)
Marcapaso tipo DDD	11	77	4.6	1495 (632.7)

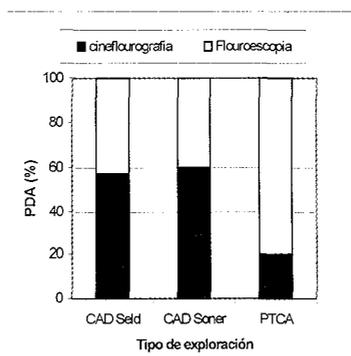


Figure 1. Contribución de la escopia y cine al producto dosis área para los tres tipos de exámenes

Tabla II. Dosis tejido/órgano

CAD tipo Seldinger Marcapasos tipo DDD

Órgano / tejido	N° de TLDs	Dosis (mGy)	N° de TLDs	Dosis (mGy)
Gónadas	Testículos	1	1	0.06
	Ovarios	2	2	0.40
Colon	7	0.64	4	0.09
Pulmón	25	15.37	18	2.07
Estómago	1	15.76	1	6.84
Vejiga	1	1.90	2	1.68
Esófago	6	6.90	6	2.80
Hígado	6	9.58	1	0.63
Tiroides	2	0.92	1	0.65
Corazón	3	12.82	3	3.70
Mama	2	2.25	2	2.25
Cristalino	2	0.25	2	0.10
Superficie ósea	1	28.60		
Piel	9	1.48	11	7.43
Total TLDs	68		55	

4. Conclusiones

1. La dosis efectiva (considerando solamente los órganos para los que ICRP-60 establece un factor de ponderación) para los dos tipos de exploraciones de cardiología intervencionista, estimada a partir de las medidas de dosis en órganos con dosímetros TLD en maniquí Rando son:
 - CAD tipo Seldinger : 6.2 mSv
 - Implante de marcapasos tipo DDD: 1.85 mSv
2. En los cateterismos, el 60% del PAD total fue impartido en cine-radiografía, este datos es similar al de otros autores (6). En el caso de los procedimientos PTCA el valor impartido en cine-radiografía fue de un 20% del total, este valor es inferior al porcentaje aparecido en la bibliografía.

Referencias

- [1] Karppinen,J.; Parviainen,T.; Servomaa,A. And Komppa,T. *Radiation risk and exposure of radiologists and patients during coronary angiography and percutaneous transluminal coronary angioplasty* Rad.Prot.Dosim. 57(1-4), 481-485 (1995).
- [2] Faulkner,K.; Love,H.G.; Sweeney, J.K. and Bardsley,R.A. *Radiation Doses and Somatic Risk to Patients During Cardiac Radiological Procedures*. Br.J. Radiol. 59, 359-363 (1986).
- [3] Vañó,E.; González,L.; Fernández, J.M. and Guibelalde,E. *Patient dose values in interventional radiology*. Br.J.Radiol.68, 1215-1220 (1995).
- [4] Huyskens,C.J. and Hummel,W.A. *Data analysis on patient exposures in cardiac angiography*. Rad.Prot.Dosim. 57 (1-4), 475-480 (1995).
- [5] Broadhead,D.A.; Chapple,C.L.; Faulkner,K.; Davies,M.L. and McCallum,H. *Local Reference Doses During Cardiology Procedures*. Rad. Prot. Dosim. 80 (1-3), 149-150(1998).
- [6] Betsou,S.;Pefstathopoulos,E.; Katritsis,D.; Faulkner,K. And Panayiotakis,G. *Patient radiation doses during cardiac catheterization procedures*. Br.J.Radiol. 71,634-639 (1998).
- [7] Neofotistou,V.; Karoussou,A.; Lobotesi,H. And Hourdakis,K. *Patient dosimetry during interventional cardiology procedures*. Rad. Prot. Dosim. 80 (1-3),151-154 (1998).
- [8] Protocolo Nacional de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. ISBN:84-87450-70-9.Madrid (1996).
- [9] Padovani,R.; Novario,R. and Bernardi,G. *Optimisation in corfonary angiography and percutaneous transluminal coronary angioplasty*. Rad.Prot.Dosim. 80 (1-3), 303-306 (1998).
- [10] ICRP,1990. Recommendations of the International Comission on Radiological Protection. SERP publicación. Madrid 1995.