

# Patrón de Exposición Radiológica en Profesionales de la Salud Durante Procedimientos Cardiológicos Invasivos

Cristiano de Oliveira Cardoso, Cláudio Vasques de Moraes, Júlio Vinícius de Souza Teixeira, Leandro dos Santos Fischer, Gabriel Garcia Broetto, Bruna Santos Silva, Rogério Fachel de Medeiros, Rogério Sarmiento-Leite, Carlos Antônio Mascia Gottschall

## RESUMEN

**Introducción:** Los procedimientos invasivos exponen a médicos – y a enfermeros/técnicos de enfermería – a los riesgos de la radiación ionizante. El objetivo de este estudio fue determinar los patrones de exposición radiológica en profesionales de la salud durante procedimientos cardiológicos. **Métodos:** Estudio prospectivo que incluyó pacientes sometidos a un procedimiento cardiológico invasivo entre diciembre del 2011 y agosto del 2012 en equipo con detectores de tipo plano. Características clínicas, angiográficas y de exposición a la radiación fueron registradas en un banco de datos especialmente diseñado. Los patrones de exposición a la radiación fueron determinados en pacientes sometidos a cateterismo cardíaco diagnóstico. También se efectuó correlación entre dosis del médico operador y enfermero/técnico de enfermería. **Resultados:** La muestra incluyó a 119 pacientes sometidos a cateterismo. La dosis de kerma en el aire y el producto dosis-área promedio de radiación recibida por los pacientes fueron de  $549 \pm 220$  mGy y  $29.054 \pm 14.696$  mGy.cm<sup>2</sup>, respectivamente. Médicos y enfermeros/técnicos de enfermería fueron expuestos a dosis efectiva media por examen de  $0,47 \pm 0,16$  y  $0,28 \pm 0,13$  mSv, respectivamente. La correlación entre dosis efectiva de los médicos y enfermeros/técnicos de enfermería fue de 0,54 ( $p < 0,001$ ). **Conclusiones:** Médicos y enfermeros/técnicos de enfermería son expuestos a dosis pequeñas de radiación ionizante durante el cateterismo cardíaco diagnóstico. Los enfermeros/técnicos de enfermería son expuestos a cerca de 60% de la dosis del médico operador.

**DESCRITORES:** Cateterismo cardíaco. Radiación ionizante. Exposición a radiación. Dosificación de radiación.

## ABSTRACT

### Pattern of Radiation Exposure in Healthcare Professionals During Coronary Angiography

**Background:** Invasive cardiologic procedures expose physicians and nurses/technicians to the risks of ionizing radiation. The aim of this study was to determine the exposure patterns in healthcare professionals during cardiologic procedures. **Methods:** Prospective study including patients undergoing invasive cardiologic procedures between December 2011 and August 2012 using flat-panel detector fluoroscopy. Clinical, angiographic and radiation exposure characteristics were recorded in a dedicated database. Patterns of radiation exposure were determined in patients undergoing diagnostic cardiac catheterization. The correlation between operator and nurse/technician dose was also evaluated. **Results:** The sample included 119 patients undergoing catheterization. The patient mean air kerma dose and dose-area product was  $549 \pm 220$  mGy and  $29.054 \pm 14.696$  mGy.cm<sup>2</sup>, respectively. Physicians and nurses/technicians were exposed to a mean effective dose of  $0.47 \pm 0.16$  and  $0.28 \pm 0.13$  mSv per exam, respectively. The correlation between physicians and nurses/ technicians effective dose was 0.54 ( $p < 0.001$ ). **Conclusions:** Physicians and nurses/technicians are exposed to low ionizing radiation doses during diagnostic cardiac catheterization. Nurses/technicians are exposed to approximately 60% of the operator's dose.

**DESCRIPTORS:** Cardiac catheterization. Radiation, ionizing. Radiation exposure. Radiation dosage.

Cardiología moderna, pacientes, equipo médico y de enfermería se ven expuestos a dosis mayores de radiación ionizante.<sup>1,2</sup>

Procedimientos en la sala de hemodinamia están siendo ampliamente utilizados para evaluación de la enfermedad arterial coronaria. Con el aumento del número de procedimientos diagnósticos invasivos en la

Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Fundação Universitária de Cardiologia, Porto Alegre, RS, Brasil.

**Correspondencia:** Cristiano de Oliveira Cardoso, Rua José Albano Volkmer, 340/506 – Jardim do Salsó – CEP: 91410-180 – Porto Alegre, RS, Brasil  
E-mail: cro\_cardoso@yahoo.com.br

Recibido el: 3/9/2014 • Aceptado el: 26/11/2014

Actualmente, relatos crecientes de lesiones<sup>3,4</sup> relacionadas a la radiación ionizante vienen trayendo preocupación a los equipos de salud. Sin embargo, la literatura nacional carece de datos sobre la exposición radiológica en profesionales de la salud en la actualidad.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el patrón de exposición radiológica en profesionales de la salud en procedimientos cardiológicos invasivos.

## MÉTODOS

Se trató de un estudio observacional con recolección prospectiva de datos.

### Registro RADIACIÓN

El registro RADIACIÓN es un registro institucional con la finalidad de documentar los procedimientos diagnósticos y terapéuticos en el campo de la cardiología intervencionista realizados en un aparato con detectores planos (*flat detectors*). Informaciones referentes a la exposición radiológica y detalles técnicos de los procedimientos fueron prospectivamente registrados.

### Muestra

Pacientes con indicación de cateterismo cardíaco diagnóstico tuvieron sus procedimientos documentados con el objetivo de registrar los patrones de exposición radiológica. Todos los pacientes firmaron un Consentimiento Informado, y el protocolo se aprobó por el comité local de Ética en Investigación (UP 4454/10).

### Características analizadas

Para el registro, se colectaron y analizaron informaciones referentes a la: edad, sexo, factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, presentación clínica e indicación del procedimiento, función ventricular, número de vasos comprometidos, vaso tratado, características de las lesiones e índice de éxito. Datos específicos de exposición radiológica (dosis recibida, producto dosis-área y tiempo de fluoroscopia) también fueron recolectados.

### Procedimientos cardiológicos invasivos

Las imágenes se adquirieron en un único aparato con detector plano (Philips Allura, Einthoven, Holanda) con tres campos de magnificación (15, 20 y 25 cm) y doble filtro (cobre + aluminio). Para la obtención de las imágenes, se realizaron cinco proyecciones para la coronaria izquierda, dos para la coronaria derecha y una para la ventriculografía izquierda. Las posiciones del detector plano siguieron las siguientes angulaciones: (1) coronaria izquierda: oblicua anterior derecha 20° con angulación caudal 20°, anteroposterior con angulación caudal 20°, oblicua anterior izquierda 40° con angulación caudal 30° (*spider view*), oblicua anterior derecha 40° con angulación craneal 25°, anteroposterior con angulación craneal 40°; (2) coronaria derecha: oblicua anterior derecha 30°, oblicua anterior izquierda 30° con angulación craneal 30°; (3) ventriculografía izquierda: oblicua anterior derecha 30°. Todas las

imágenes se obtuvieron con adquisición de imágenes en 15 cuadros por segundo. Los exámenes se ejecutaron por intervencionistas habilitados y exclusivamente por vía de acceso femoral. Debido a las características del protocolo, pacientes con cirugía de revascularización miocárdica fueron excluidos.

### Parámetros de exposición radiológica

La exposición radiológica de los profesionales de la salud se midió por medio de dosímetro digital (Polimaster PM1621, Arlington, Estados Unidos) en cada procedimiento. La dosis efectiva ( $\infty$ Sv) recibida fue determinada de acuerdo con la siguiente fórmula: dosis efectiva = (dosis procedimiento – radiación de fondo) x factor de conversión. Radiación de fondo (*background radiation*) se determinó por el tiempo de procedimiento en segundos x 0,00004  $\infty$ Sv/s, considerando el factor de conversión de 1,01. El dosímetro era reducido a cero al inicio del procedimiento, y la dosis final era comparada al final del mismo.

Se utilizaron dos dosímetros, uno de ellos por el médico operador y el otro por un enfermero/técnico en enfermería que auxiliaba el procedimiento. Todos los profesionales utilizaron equipo de protección radiológica (delantal y protector de tiroides de 0,5 mm de espesor) con el dosímetro posicionado sobre el delantal de plomo. En el caso del médico ejecutante del cateterismo, se utilizaron mamparas superior e inferior para protección adicional.

### Análisis estadístico

Los datos se analizaron en el programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versión 18.0, siendo los resultados presentados en media y desviación estándar, o números absolutos y porcentuales. Asimismo se evaluó la correlación entre la dosis del médico operador y el enfermero/técnico de enfermería.

## RESULTADOS

Entre diciembre de 2011 y agosto de 2012 se evaluaron 119 procedimientos cardiológicos invasivos con finalidad diagnóstica. En la tabla 1 se demuestran las características clínicas de los pacientes incluidos en el estudio.

En relación a las características angiográficas, se verificó que 60 pacientes (50,4%) no presentaron estenosis coronaria > 70%. Lesiones graves en 1, 2 o 3 vasos ocurrieron en 35 (29,4%), 19 (16,0%) y 5 (4,2%) pacientes, respectivamente. La fracción de eyección de los pacientes fue de  $67 \pm 15\%$ . El tiempo de procedimiento promedio fue de  $15h06 \pm 4h03$  minutos y la fluoroscopia fue de  $2h55 \pm 4h03$  minutos, con volumen de contraste de  $96,9 \pm 10,7$  mL por examen. Se realizaron  $9,45 \pm 0,65$  adquisiciones con cerca de  $741 \pm 101$  cuadros por examen. La media de cuadros por adquisición fue de  $78 \pm 10$ .

La exposición radiológica de los pacientes involucrados en el estudio, así como de los profesionales de la salud, está demostrada en la tabla 2. La correlación entre dosis efectiva de los médicos y enfermeros/técnicos de enfermería se demuestra en la figura.

**DISCUSIÓN**

El presente estudio tuvo el objetivo de determinar la exposición radiológica de los profesionales de salud involucrados directamente en la realización de procedimientos cardiológicos invasivos en aparatos de hemodinamia con detectores planos. La tecnología con detectores planos viene siendo incorporada en los nuevos aparatos de hemodinamia pues, según informan los fabricantes, esta tecnología promueve mayor calidad de imagen y, teóricamente, menor exposición radiológica.<sup>5,6</sup>

Todos los que trabajan con el uso de la radiación ionizante deben seguir el llamado principio ALARA (ALARA, acrónimo de *As Low As Reasonably Achievable*),<sup>7</sup> que define básicamente que la exposición a la radiación debe mantenerse en los niveles más bajos que se pueda ejecutar. A pesar de que el concepto ALARA es ampliamente conocido, una investigación reciente demostró que cerca del 80% de los profesionales que trabajan directamente con

radiación ionizante no demuestran conocimiento adecuado sobre sus riesgos.<sup>5</sup> Frente a esa situación, es pertinente que se promuevan medidas para, por un lado, reducir las dosis de exposición, y por otro, aumentar el conocimiento sobre el tema entre todos los individuos expuestos a ese tipo de efecto biológico.

Nuestro grupo demostró previamente los patrones actuales de exposición radiológica durante procedimientos diagnósticos terapéuticos.<sup>1</sup> Además, determinamos que peso<sup>8</sup>, tipo de procedimiento<sup>9,10</sup> y vía de acceso radial<sup>11</sup> son importantes predictores de una mayor exposición radiológica. Sin embargo, la exposición ocupacional individual era desconocida hasta la actualidad con el uso de detectores planos. Verificamos que las dosis efectivas individuales promedio por examen fueron relativamente bajas durante la realización de cateterismo diagnóstico, tanto para médicos (0,47 µSv) como para enfermeros/técnicos de enfermería (0,28 µSv). A pesar de eso nuestros hallazgos demuestran que enfermeros/técnicos son expuestos a 60% de la radiación a la cual se expone el médico operador. Consideramos hallazgos importantes ya que la dosis efectiva recibida por enfermeros/técnicos de enfermería se correlaciona directamente con la del médico operador. Se trata de un resultado significativo que ratifica la necesidad de que todos los profesionales utilicen el máximo de dispositivos de protección radiológica cuando se exponen a radiación ionizante.<sup>12</sup>

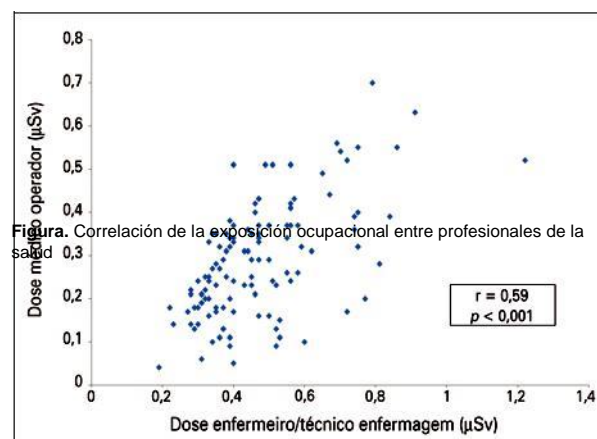
**TABLA 1**  
**Características clínicas de los pacientes**

Variable	n = 119
Edad, años	58,2 ± 10,2
Sexo masculino, n (%)	68 (57,1)
Raza blanca, n (%)	105 (88,2)
Peso, kg	82,8 ± 17,7
Altura, cm	167,0 ± 12,1
Tabaquismo activo, n (%)	40 (33,6)
Hipertensión arterial, n (%)	92 (77,3)
Diabetes, n (%)	40 (33,6)
En uso de insulina	11 (9,2)
Dislipidemia, n (%)	55 (46,2)
Historia familiar de DAC, n (%)	52 (43,7)
Intervención coronaria percutánea previa, n (%)	26 (21,8)
Infarto de miocardio previo, n (%)	23 (19,3)
Accidente cerebrovascular previo, n (%)	4 (3,4)
Medicaciones en uso, n (%)	
Ácido acetilsalicílico	92 (77,3)
Clopidogrel/ticlopidina	16 (13,4)
Betabloqueador	82 (68,9)
Nitrato	34 (28,6)
Estatina	61 (51,3)
IECA	64 (53,8)
Antagonista do calcio	17 (14,3)
Diurético	41 (34,5)
Antagonista da aldosterona	18 (15,1)

DAC: Enfermedad arterial coronaria; IECA: inhibidores da enzima de conversión de la angiotensina.

**TABLA 2**  
**Parámetros de exposición radiológica media por examen**

Variable	Valor
Exposición radiológica del paciente	
Kerma en el aire, mGy	549 ± 220
Producto dosis-área, mGy.cm <sup>2</sup>	29.054 ± 14.696
Exposición radiológica del operador	
Dosis efectiva, µSv	0,47 ± 0,16
Exposición radiológica del enfermero/ técnico de enfermería	
Dosis efectiva, Sv	0,28 ± 0,13



En su ordenanza 453<sup>13</sup> el Ministerio de Salud determina que la dosis media anual efectiva no debe exceder 20 mSv en cualquier período de 5 años consecutivos; no pudiendo exceder 50 mSv en ningún año. Medidas que promuevan la reducción de la dosis para pacientes y profesionales de la salud son pertinentes y cada vez más estimuladas por las sociedades científicas.<sup>12,14,15</sup> La literatura ha demostrado que acciones simples pueden promover significativa reducción de la exposición radiológica. Frecuentemente, pacientes sometidos a cateterismo cardíaco tienen su función ventricular izquierda evaluada por ecocardiograma u otro método de imagen. Lin et al.<sup>16</sup> demostraron que la supresión de la ventriografía izquierda promueve reducción del 10% del producto dosis-área. Siguiendo la misma línea, Abdelaal et al.<sup>17</sup> evaluaron de manera randomizada dos métodos de adquisición de imagen: con 7,5 y 15 cuadros/segundo. Esa simple reducción en la tasa de exposición promovió la disminución del 30% de la dosis del operador y el 19% de la dosis del paciente. No defendemos un cambio en la técnica, pero es importante que todos los profesionales involucrados en exámenes radiológicos tengan conocimiento de que medidas sencillas pueden reducir la dosis en sus procedimientos. Cabe, por lo tanto, al profesional definir cuál es la estrategia a ser utilizada.

El presente estudio tuvo limitaciones que deben ser consideradas. Se trató de un análisis en centro único y con un número reducido de pacientes. No se incluyeron pacientes sometidos a revascularización miocárdica o procedimientos por la vía de acceso radial. Sin embargo, en virtud de la carencia de datos en la literatura brasileña, este artículo puede servir como referencia para trabajos futuros.

## CONCLUSIONES

Médicos y enfermeros/técnicos de enfermería son expuestos a dosis pequeñas de radiación ionizante durante cateterismo cardíaco diagnóstico. Enfermeros/técnicos de enfermería son expuestos a cerca de 60% de la dosis del médico operador.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe.

## FUENTE DE FINANCIAMIENTO

No existe.

## REFERENCIAS

- Cardoso CO, Sebben JC, Fischer LS, Vidal M, Broetto GG, Silva BS, et al. Padrão de exposição radiológica e preditores de superexposição dos pacientes submetidos a procedimentos cardiológicos invasivos em equipamentos com detectores planos. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2011(1):84-9.
- Vano E, Ubeda C, Leyton F, Miranda P, Gonzalez L. Staff radiation doses in interventional cardiology: correlation with patient exposure. *Pediatr Cardiol*. 2009;30(4):409-13.
- Roguin A, Goldstein J, Bar O. Brain malignancies and ionising radiation: more cases reported. *EuroIntervention*. 2012; 8(1):169-70.
- Roguin A, Goldstein J, Bar O. Brain tumours among interventional cardiologists: a cause for alarm? Report of four new cases from two cities and a review of the literature. *EuroIntervention*. 2012;7(9):1081-6.
- Gurley JC. Flat detectors and new aspects of radiation safety. *Cardiol Clin*. 2009;27(3):385-94.
- Trianni A, Bernardi G, Padovani R. Are new technologies always reducing patient doses in cardiac procedures? *Radiat Prot Dosi- metry*. 2005;117(1-3):97-101.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP). Recommendations. Oxford: Pergamon Press; 1977. (Publication, 26).
- Vargas FG, Silva BS, Cardoso CO, Leguisamo N, Moraes CAR, Moraes CV, et al. Impacto do peso corporal dos pacientes na exposição radiológica durante procedimentos cardiológicos invasivos. *Rev Bras Cardio Invasiva*. 2012(1):63-8.
- Medeiros RF, Sarmiento-Leite R, Cardoso CO, Quadros AS, Risso E, Fischer L, et al. Exposição à radiação ionizante na sala de hemodinâmica. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2010(3):316-20.
- Azevedo EM, Gomes HB, Yordi LM, Moura MRS, Laguna A, Fischer LS, et al. Impacto das lesões complexas na exposição radiológica durante intervenção coronária percutânea. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2013(1):49-53.
- Mattos EI, Cardoso CO, Moraes CV, Teixeira JVS, Azmus AD, Fischer LS, et al. Exposição radiológica em procedimentos coronários realizados pelas vias radial e femoral. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2013(1):54-9.
- Chambers CE, Fetterly KA, Holzer R, Lin PJ, Blankenship JC, Balter S, et al. Radiation safety program for the cardiac catheterization laboratory. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011; 77(4):546-56.
- Brasil. Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária-. Portaria n. 453, de 1 de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências [Internet]. Brasília; 1998 [citado 2013 dez. 15]. Disponível em: [http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria\\_453.pdf](http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria_453.pdf)
- Kim KP, Miller DL. Minimising radiation exposure to physicians performing fluoroscopically guided cardiac catheterisation procedures: a review. *Radiat Prot Dosimetry*. 2009;133(4):227-33.
- Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, Deschildre A, Duval S, Vitry F, et al. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. *Eur Heart J*. 2008;29(1):63-70.
- Lin A, Brennan P, Sadick N, Kovoov P, Lewis S, Robinson JW. Optimisation of coronary angiography exposures requires a multifactorial approach and careful procedural definition. *Br J Radiol*. 2013;86(1027):20120028.
- Abdelaal E, Plourde G, MacHaalany J, Arsenault J, Rimac G, Déry JP, et al. Effectiveness of low rate fluoroscopy at reducing operator and patient radiation dose during transradial coronary angiography and interventions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2014;7(5):567-74.