

# Impacto de las Lesiones Complejas en la Exposición Radiológica Durante la Intervención Coronaria Percutánea

Eduardo Mascarenhas Azevedo<sup>1</sup>, Henrique Basso Gomes<sup>2</sup>, Luis Maria Yordi<sup>3</sup>, Mauro Régis da Silva Moura<sup>4</sup>, Amanda Laguna<sup>5</sup>, Leandro dos Santos Fischer<sup>6</sup>, Cristiano de Oliveira Cardoso<sup>7</sup>.

## Resumen

**Introducción:** Las intervenciones coronarias percutáneas (ICP) en lesiones complejas son cada vez más comunes en la práctica diaria. El objetivo de este estudio fue determinar el impacto de las lesiones complejas en la exposición radiológica durante ICP. **Métodos:** Estudio de cohorte prospectivo incluyendo pacientes sometidos a ICP entre Agosto de 2010 y Diciembre de 2011. Se registraron las características clínicas, angiográficas y de exposición a radiación en un banco de datos específico. Los patrones de exposición a radiación (dosis total recibida, tiempo de fluoroscopia y producto dosis-área) fueron determinados en pacientes sometidos a ICP de lesiones no complejas (A/B1) y complejas (B2/C). Los datos fueron analizados en el programa SPSS 18.0. Los predictores independientes de exposición a radiación fueron determinados por regresión logística múltiple. **Resultados:** Fueron analizados 413 ICP, siendo 83 lesiones en el grupo A/B1 y 330 en el grupo B2/C. No hubo diferencias clínicas significativas entre los grupos. La mediana de radiación recibida por los pacientes fue significativamente mayor en el grupo B2/C (1.103,9 mGy vs. 866,6 mGy;  $p < 0,01$ ). El producto dosis-área (43.484 mGy.cm<sup>2</sup> vs. 58.327 mGy.cm<sup>2</sup>;  $p < 0,001$ ) y el tiempo de fluoroscopia (9,01 + 6 minutos vs. 12,07 + 9,5 minutos;  $p = 0,001$ ) también fueron significativamente mayores en el grupo B2/C. Los predictores de exposición radiológica aumentada fueron: el peso [razón de posibilidades (RP) 1,02 para cada aumento de 1 kg, intervalo de confianza (IC) 1,01-1,036;  $p = 0,004$ ] y lesión tipo B2/C (RP 1,9, IC 1,002 - 4,96;  $p = 0,002$ ). **Conclusiones:** Pacientes sometidos a ICP en lesiones complejas son significativamente más expuestos a la radiación. El peso y el tipo de lesión (B2/C) son predictores de exposición radiológica aumentada.

**DESCRITORES:** Angioplastia. Radiación ionizante. Exposición a radiación.

## ABSTRACT

### Impact of Complex Lesions on Radiological Exposure During Percutaneous Coronary Intervention

**Background:** Percutaneous coronary interventions (PCIs) in complex lesions are increasingly common in daily practice. The objective of this study was to determine the impact of complex lesions on radiological exposure during PCI. **Methods:** Prospective cohort study including patients undergoing PCI between August 2010 and December 2011. Clinical, angiographic and radiation exposure characteristics were recorded in a dedicated database. Patterns of radiation exposure (total dose received, fluoroscopy time and dose area product) were determined in patients undergoing PCI for noncomplex (A/B1) and complex (B2/C) lesions. Data were analyzed by the SPSS 18.0 program. Independent radiation exposure predictors were determined by multiple logistic regression. **Results:** We analyzed 413 PCIs, 83 lesions in group A/B1 and 330 in group B2/C. There were no clinically significant differences between groups. The median radiation dose received by patients was significantly higher in group B2/C (1,103.9 mGy vs 866.6 mGy;  $P < 0.01$ ). The dose area product (43,484 mGy.cm<sup>2</sup> vs 58,327 mGy.cm<sup>2</sup>;  $P < 0.001$ ) and fluoroscopy time (9.01 + 6 minutes vs 12.07 + 9.5 minutes;  $P = 0.001$ ) were also significantly higher in group B2/C. Predictors of increased radiation exposure were weight [odds ratio (OR) 1.02 for each increase of 1 kg, confidence interval (CI) 1.011.036;  $P = 0.004$ ], type B2/C lesion (OR 1.9, CI 1.0024.96;  $P = 0.002$ ). **Conclusions:** Patients undergoing PCI in complex lesions are significantly more exposed to radiation. Weight and lesion type (B2/C) are predictors of increased radiation exposure.

**DESCRIPTORS:** Angioplasty. Radiation, ionizing. Radiation exposure.

<sup>1</sup> Médico cardiólogo y hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Médico cardiólogo y hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Médico cardiólogo y hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Médico cardiólogo y hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>5</sup> Técnica en radiología y diagnóstico por imagen del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

Técnico en radiología y diagnóstico por imagen del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>7</sup> Profesor Médico cardiólogo y hemodinamista del Instituto de Cardiología de Rio Grande do Sul/Fundación Universitaria de Cardiología. Porto Alegre, RS, Brasil.

**Correspondencia:** Eduardo Mascarenhas Azevedo. Rua Tenente Coro nel Fabricio Pilar, 468/301 – Mont'Serrat – Porto Alegre, RS, Brasil – CEP 90450-040

Email: [eduma79@hotmail.com](mailto:eduma79@hotmail.com)

Recibido el: 1º/12/2012 • Aceptado el: 18/02/2013

Un gran número de procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia se realizan en todo el mundo, con frecuencia creciente en los últimos 20 años.<sup>1</sup> Además del incremento progresivo en el número de intervenciones, la complejidad de los procedimientos también ha aumentado.<sup>2,3</sup>

Las intervenciones en lesiones complejas<sup>4</sup> demandan mayor dificultad técnica, lo que resulta en mayores costos, volumen de contraste, tiempo de procedimiento y exposición radiológica. Estudios actuales<sup>5-7</sup> demuestran que muchas intervenciones coronarias percutáneas (ICP) superan la dosis de 2 Gy, umbral para el desarrollo de lesiones cutáneas. Sin embargo, la literatura nacional carece de estudios específicos que se enfoquen en la complejidad de las lesiones.

El objetivo de este estudio fue, por lo tanto, determinar el impacto de las lesiones complejas en la exposición radiológica durante la ICP.

## MÉTODOS

### Delineamiento

Estudio de cohorte prospectivo incluyendo pacientes sometidos a ICP entre Agosto de 2010 y Diciembre de 2011.

### Muestra

Pacientes con indicación de ICP, después de firmar el término de consentimiento aprobado por el comité de ética e investigaciones local, fueron acompañados durante sus procedimientos con el objetivo de registrar los patrones de exposición radiológica. Los detalles técnicos de las ICP fueron prospectivamente anotados e ingresados en un banco de datos específico.

### Características analizadas

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

### Parámetros de exposición radiológica

La exposición radiológica de los pacientes fue medida por la dosis de radiación de entrada en la piel (*cumulative air KERMA – Kinetic Energy Released per unit MAss*). También se midieron los tiempos de fluoroscopia y el producto dosis-área (*dose area product*) para determinar el tiempo de exposición radiológica y del área irradiada, respectivamente.

Los procedimientos fueron realizados en aparato con detectores planos de la marca Philips Allura Xper FD10 monoplano (Philips, Eindhoven, Holanda), con tres campos de magnificación (15 cm, 20 cm y 25 cm), doble filtro -

(cobre y aluminio) y programación estándar para adquisición de imágenes 15 *frames/segundo*.

### Análisis estadístico

Los pacientes fueron divididos en dos grupos para su comparación, de acuerdo con la clasificación del tipo de lesión propuesta por el *American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA)*<sup>8</sup>: pacientes sometidos a ICP de lesiones no complejas (tipo A/B1) y complejas (tipo B2/C). Los datos fueron recogidos prospectivamente y almacenados en un banco de datos del programa ACCESS. Para el análisis, se utilizó el programa estadístico SPSS versión 18.0 para Windows. Para la comparación de grupos se utilizaron los tests de chi-cuadrado, *t* de Student y Mann-Whitney. Los predictores independientes de exposición a radiación aumentada (dosis >2Gy) fueron determinados por regresión logística múltiple. Valor de *p* bicaudal <0,05 fue considerado estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

En el período del estudio fueron analizadas 413 ICP, siendo 83 en el grupo de lesiones A/B1 y 330 en el grupo de lesiones B2/C.

Los pacientes de ambos grupos presentaban perfil clínico semejante, con excepción de una mayor prevalencia de dislipidemia en el grupo A/B1. En lo que atañe a las medicaciones en uso, se verificó similitud en el tratamiento clínico (Tabla 1).

Se observa que los pacientes del grupo B2/C presentaron mayor complejidad angiográfica (Tabla 2). El porcentaje de estenosis pre (76,9 ± 12,9% vs. 78,5 ± 13,7%; *p*=0,34) y post procedimiento (3,8 ± 5,6% vs. 1,6 ± 12,8%; *p*=0,14) fue semejante entre los grupos. El flujo coronario pre procedimiento TIMI 2/3 fue más frecuente en el grupo A/B1 (95% vs. 86,5%; *p*=0,002), sin embargo, pasó a ser semejante en ambos grupos después de la ICP (100% vs. 99,1%; *p*=0,30).

La mediana de radiación recibida por los pacientes fue significativamente mayor en el grupo B2/C (Tabla 3). El tiempo de fluoroscopia (9,01 ± 6 minutos vs. 12,07 ± 9,5 minutos; *p*=0,001), el número de grafías (17,8 ± 7,1 vs. 21,2 ± 9,3; *p*=0,002) y el número total de *frames* (986 ± 423 vs. 1.166 ± 540; *p*=0,005) también fueron mayores en el grupo B2/C.

En 4 (4,8%) ICP en el grupo A/B1 y en 48 (14,5%) en el grupo B2/C (*p*<0,01) la dosis de 2 Gy fue superada.

Por medio de la regresión logística múltiple, se determinaron los siguientes predictores de exposición radiológica aumentada: peso [razón de posibilidades (RP) 1,02 para cada aumento de 1 kg, intervalo de confianza (IC) 1,01 - 1,036; *p*=0,004] y lesión tipo B2/C (RP 1,9, IC 1,002 - 4,96; *p*=0,002).

**TABLA 1**  
Características clínicas y tratamiento médico administrado

Características clínicas	Grupo A/B1 (n = 83)	Grupo B2/C (n = 330)	p
Edad, años	62,8 ± 10,2	62,3 ± 11,3	0,73
Sexo masculino, n (%)	47 (56,5)	199 (60,3)	0,62
Raza blanca, n (%)	72 (86,7)	284 (86,1)	0,52
Altura, cm	165,9 ± 9,2	166,6 ± 8,5	0,54
Peso, kg	76,3 ± 16,1	78,1 ± 14,1	0,31
Tabaquismo activo, n (%)	16 (19,3)	69 (20,9)	0,86
Hipertensión arterial, n (%)	70 (84,3)	251 (76,1)	0,14
Diabetes, n (%)	23 (27,7)	109 (33)	0,42
Uso de insulina	9 (10,8)	47 (14,2)	0,52
Dislipidemia, n (%)	52 (62,7)	158 (47,9)	0,02
Hist. familiar de enfermedad arterial coronaria n (%)	51 (61,4)	187 (56,7)	0,50
Intervención coronaria percutánea previa, n(%)	26 (31,3)	126 (38,2)	0,30
Cirugía de revascularización miocárdica previa, n (%)	8 (9,6)	37 (11,2)	0,83
Infarto agudo de miocardio previo, n (%)	33 (39,8)	127 (38,5)	0,93
Accidente Cerebrovascular previo, n (%)	3 (3,6)	9 (2,7)	0,94
Medicamentos en uso, n (%)			
Ácido acetilsalicílico	59 (71,1)	229 (69,4)	0,86
Clopidrogel/ticlopidina	39 (47)	175 (53)	0,38
Betabloqueador	47 (56,6)	204 (61,8)	0,45
Nitrato	27 (32,5)	140 (42,4)	0,12
Estatinas	50 (60,2)	195 (59,1)	0,94
Inhibidor de la enzima convertidora de la angiotensina	42 (50,6)	151 (45,8)	0,50
Antagonista del calcio	12 (14,5)	47 (14,2)	0,50
Diurético	15 (18,1)	45 (13,6)	0,39
Antagonista de la aldosterona Hipoglicemiante oral	8 (9,6)	24 (7,3)	0,62

## DISCUSIÓN

El presente estudio determinó que la exposición radiológica es mayor en los pacientes sometidos a ICP de lesiones complejas. Los efectos nocivos de la radiación, principalmente los dependientes de la dosis (determinísticos), han sido ampliamente reportados en procedimientos que involucran la radiación ionizante<sup>9,12</sup>. En contrapartida, el conocimiento de los médicos sobre los efectos nocivos de la radiación no es proporcional a su exposición.<sup>13</sup>

**TABLA 2**  
Características angiográficas y del procedimiento

	Grupo A/B1 (n = 83)	Grupo B2/C (n = 330)	p
Vía de acceso, n (%)			0,82
Femoral	63 (75,9)	253 (76,7)	
Radial	20 (24,1)	77 (23,3)	
Vaso tratado, n (%)			0,13
DA	35 (42)	140 (42)	
CX	14 (16,9)	71 (21,5)	
CD	26 (31,3)	87 (26,4)	
TCl	3 (3,6)	2 (0,6)	
Otros	5 (6,2)	30 (9,5)	
Diámetro de referencia, mm	3 ± 0,6	3 ± 0,37	< 0,99
Longitud de la lesión, mm	13 ± 4,2	19 ± 2	< 0,01
Bifurcaciones, n (%)	13 (15,7)	92 (28)	0,03
Calcificación, n (%)	23 (27,7)	226 (68,9)	< 0,001
Porcentaje de estenosis pre ICP, %	76,9 ± 12,9	78,5 ± 13,7	0,34
Porcentaje de estenosis post ICP, %	3,8 ± 5,6	1,6 ± 12,8	0,14
Flujo TIMI 2/3 pre ICP, %	95	86,5	0,002
Flujo TIMI 2/3 post ICP, %	100	99,1	0,30
Pre dilatación, n (%)	29 (35,4)	166 (50,6)	0,01
Post dilatación, n (%)	34 (41)	142 (43,4)	0,77
Presión final, atm	13,2 ± 2,3	13,7 ± 2,5	0,80

CD = arteria coronaria derecha; CX = arteria circunfleja; DA = arteria descendente anterior; TCl = tronco de coronaria izquierda.

**TABLA 3**  
Parámetros de exposición radiológica

Exposición radiológica	Grupo A/B1 (n = 83)	Grupo B2/C (n = 330)	p
Cumulative air KERMA del paciente, mGy			< 0,01
Cuartil inferior (Q <sub>1/4</sub> )	556,7	606,5	
Mediana (Q <sub>2/4</sub> )	866,6	1.103,9	
Cuartil superior (Q <sub>3/4</sub> )	1.171,6	1.674	
Producto dosis-área, mGy.cm <sup>2</sup>			< 0,001
Cuartil inferior (Q <sub>1/4</sub> )	29.327	33.861	
Mediana (Q <sub>2/4</sub> )	43.484	58.327	
Cuartil superior (Q <sub>3/4</sub> )	62.062	96.996	

KERMA = *Kinetic Energy Released per unit Mass*.

Junto al creciente aumento de los procedimientos de mayor complejidad, también ha ocurrido un desarrollo de los equipos de hemodinámica. La tecnología de los detectores planos (*flat panel*), más moderna, es muy atractiva, pues permite mayor calidad y mejor resolución de la imagen.<sup>14</sup>

No obstante, estudios clínicos demuestran que la incorporación de esta tecnología produjo mayor exposición radiológica.<sup>15,16</sup> Por ese motivo, las sociedades científicas han publicado constantes orientaciones y directrices con el objetivo de reducir los niveles de radiación durante los procedimientos.<sup>1, 17</sup>

Desde la publicación del *SYNergy between Percutaneous Coronary Intervention and Cardiac Surgery Study* (SYNTAX)<sup>18</sup>, que demostró que pacientes con complejidad anatómica y angiográfica baja (score <22) tienen evolución clínica favorable cuando se someten a ICP con stents farmacológicos, las intervenciones en múltiples vasos se han vuelto más frecuentes en los laboratorios de hemodinamia. Sin embargo, se ha discutido poco sobre la exposición radiológica. A pesar de que este estudio no mencione el tipo de intervención (uni o multiarterial), el simple hecho de realizar la ICP en lesiones complejas promovió un aumento del 27% en la exposición radiológica para el paciente. Este hecho es relevante, pues cada vez más son notificados casos de lesiones relacionadas en pacientes y profesionales de la salud.<sup>12</sup> En la práctica, los profesionales de la salud consiguen minimizar la radiación ocupacional utilizando los petos individuales con plomo asociados a los escudos físicos de protección. No obstante, para los pacientes no existe esa posibilidad de protección.

Según la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA – *International Atomic Energy Agency*), la exposición radiológica durante procedimientos cardiológicos diagnósticos y terapéuticos no debería superar 2 Gy. Sin embargo, en 14% de los pacientes sometidos a intervenciones complejas esta dosis fue superada. Tal hecho es relevante, pues la mayoría de las ICP se realizaron en lesiones tipo B2/C, semejándose al mundo real.<sup>4</sup> Si consideramos que muchos pacientes son obesos,<sup>19</sup> conocido predictor de exposición aumentada, la sobreexposición podría ser aún mayor. Es fundamental, por lo tanto, que los profesionales se preocupen y minimicen la exposición durante su uso.

#### Limitaciones del estudio

La principal limitación de este estudio es el reducido número de pacientes incluidos. Además de esto, la dosis recibida por el médico intervencionista no pudo ser medida.

#### CONCLUSIONES

Pacientes sometidos a IPC en lesiones complejas son significativamente más expuestos a la radiación. El peso y las lesiones complejas (B2/C) son predictores de exposición radiológica aumentada.

#### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionado con este manuscrito.

#### REFERENCIAS

1. Miller DL, Vano E, Bartal G, Balter S, Dixon R, Padovani R, y otros. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2010;33(2):2309.
2. Mattos LA, Lemos Neto PA, Rassi A Jr, Marin Neto JA, Sousa AGMR, Devito FS, y otros. Directivas de la Sociedad Brasileira de Cardiología – Intervención Coronaria Percutánea y Métodos Adjuntos Diagnósticos en Cardiología Intervencionista (II Edición – 2008). *Archivos Brasileiros de Cardiología*. 2008;91(41):158.
3. Picano E, Vano E. The radiation issue in cardiology: the time for action is now. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011;9:35.
4. Osugue KR, Esteves V, Pipolo A, Ramos DS, Massih CA, Solorzono UA, y otros. In-Hospital outcomes of percutaneous coronary interventions in type C lesions: CENIC registry. *Rev. Bras. Cardiol. Invasiva*. 2012;20(1):2309.
5. Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, Deschildre A, Duval S, Vitry F, y otros. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. *Am Heart J*. 2008; 29(1):6370.
6. Chambers CE, Fetterly KA, Holzer R, Lin PJ, Blankenship JC, Balter S, y otros. Radiation safety program for the cardiac catheterization laboratory. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011; 77(4):54656.
7. Cardoso CO, Sebben JC, Fischer L, Vidal M, Broetto GG, Silva BS, y otros. Radiological exposure patterns and overexposure predictors of patients undergoing invasive cardiologic procedures in flat detector fluoroscopy systems. *Rev. Bras. Cardiol. Invasiva*. 2011; 19(1):849.
8. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Subcommittee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty). *J Am Coll Cardiol*. 1988; 12(2):52945.
9. Klein LW, Miller DL, Balter S, Laskey W, Haines D, Norbash A, y otros. Occupational health hazards in the interventional laboratory: time for a safer environment. *J Vasc Interv Radiol*. 2009;20(7 Suppl):S27883.
10. Lin PJ. Operation logic and functionality of automatic dose rate and image quality control of conventional fluoroscopy. *Med Phys*. 2009; 36(5):148693.
11. Mavrikou I, Kottou S, Tsapaki V, Neofotistou V. High patient doses in interventional cardiology due to physicians negligence: how can they be prevented? *Radiat Prot Dosimetry*. 2008; 129(13):6770.
12. Padovani R, Bernardi G, Quai E, Signor M, Toh HS, Morocutti G, y otros. Retrospective evaluation of occurrence of skin injuries in interventional cardiac procedures. *Radiat Prot Dosimetry*. 2005; 117(13):24750.
13. Correia MJ, Hellies A, Andreassi MG, Ghelarducci B, Picano E. Lack of radiological awareness among physicians working in a tertiary care cardiological centre. *Am J Cardiol*. 2005; 103(3):30711.
14. Gurley JC. Flat detectors and new aspects of radiation safety. *Cardiol Clin*. 2009; 27(3):38594.
15. Medeiros RF, Sarmiento Leite R, Cardoso CO, Quadros AS, Risso E, Fischer L, y otros. Exposure to ionizing radiation in the cardiac catheterization lab. *Rev. Bras. Cardiol. Invasiva*. 2010; 18(3):31620.
16. Trianni A, Bernardi G, Padovani R. Are new technologies always reducing patient doses in cardiac procedures? *Radiat Prot*

17. Hirshfeld JW Jr, Balter S, Brinker JA, Kern MJ, Klein LW, Lindsay BD, y otros. ACCF/AHA/HRS/SCAI clinical competence statement on physician knowledge to optimize patient safety and image quality in fluoroscopically guided invasive cardiovascular procedures. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training. *J Am Coll Cardiol.* 2004;
18. The SYnergy between Percutaneous Coronary Intervention and Cardiac Surgery (SYNTAX) Study. In: *Annals of the European Society of Cardiology Congress*; 2008; Munich, Germany.
19. Vargas FG, Silva BSd, Cardoso CO, Leguisamo N, de Moraes CAR, de Moares CV, y otros. Impact of body weight on radiation exposure during invasive cardiac procedure. *Rev. Bras. Cardiol. Invasiva.* 2012; 20(1):638.