



Revista Argentina de Cardiología

ISSN: 0034-7000

revista@sac.org.ar

Sociedad Argentina de Cardiología  
Argentina

Nau, Gerardo; Albertal, Mariano; Cura, Fernando; Padilla, Lucio; Candiello, Alfonsina; Torrent,  
Fabricio; Peralta, Sebastián; Belardi, Jorge  
Angiografía coronaria con técnica rotacional doble: eficacia y seguridad frente a la coronariografía  
convencional  
Revista Argentina de Cardiología, vol. 80, núm. 4, julio-agosto, 2012, pp. 280-285  
Sociedad Argentina de Cardiología  
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305326269006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Angiografía coronaria con técnica rotacional doble: eficacia y seguridad frente a la coronariografía convencional

## *Efficacy and safety of dual-axis rotational coronary angiography versus conventional angiography*

GERARDO NAU<sup>1</sup>, MARIANO ALBERTAL<sup>2</sup>, FERNANDO CURA<sup>MTSAC, 1</sup>, LUCIO PADILLA<sup>1</sup>, ALFONSINA CANDIELLO<sup>1</sup>, FABRICIO TORRENT<sup>1</sup>, SEBASTIÁN PERALTA<sup>1</sup>, JORGE BELARDI<sup>MTSAC, 1</sup>

Recibido: 27/01/2012  
Aceptado: 22/03/2012

### *Dirección para separatas:*

Dr. Gerardo Nau  
Instituto Cardiovascular de  
Buenos Aires  
Blanco Encalada 1543  
(1428) CABA  
Tel. 54 11 4787-7500  
e-mail: g\_nau@yahoo.com

## RESUMEN

### Introducción

La angiografía convencional (AC) es la técnica de referencia para el diagnóstico de la enfermedad coronaria. Sin embargo, requiere múltiples proyecciones ortogonales para determinar el grado de enfermedad. La técnica de angiografía rotacional dual (ARD) permite una única adquisición e inyección de contraste para cada coronaria, con potencial reducción del volumen de contraste y de la dosis de radiación.

### Objetivo

Comparar ambas técnicas (AC *vs.* ARD) a través de la evaluación de cantidad de contraste, exposición a la radiación y eficiencia diagnóstica.

### Material y métodos

El presente es un estudio prospectivo, consecutivo, autocontrolado de coronariografías electivas para comparar AC y ARD. Todas las angiografías fueron revisadas por dos hemodinamistas independientes (observador 1 y observador 2) para evaluar la concordancia entre ambos tipos de imágenes. Para prevenir un sesgo en la lectura de las imágenes, los observadores evaluaron primero las ARD y tres semanas más tarde hicieron lo propio con las AC.

### Resultados

Con la ARD se observó una reducción en la utilización de contraste ( $33,29 \pm 11,2$  ml *vs.*  $17 \pm 5,4$  ml;  $p < 0,01$ ) y en la exposición a radiación del paciente ( $235,6 \pm 76,8$  mGy *vs.*  $82,7 \pm 46,6$  mGy;  $p < 0,01$ ) y del operador ( $5,7 \pm 3,26$   $\mu$ Sv *vs.*  $2,48 \pm 1,47$   $\mu$ Sv;  $p < 0,04$ ). Se observó una leve diferencia y una fuerte correlación en el número de lesiones, diámetro del vaso y porcentaje de estenosis entre ambos observadores y entre ambos métodos. La evaluación categórica del porcentaje de estenosis también demostró una concordancia adecuada.

### Conclusión

La ARD reduce el uso de contraste y la exposición a radiación en comparación con la técnica convencional, sin alterar la eficiencia diagnóstica del estudio.

REV ARGENT CARDIOL 2012;80:280-285. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v80.i4.1489>

### Palabras clave >

Angiografía rotacional - Enfermedad coronaria - Radiación

### Abreviaturas >

AC	Angiografía convencional	mGy	Miligray
ARD	Angiografía rotacional dual	mSv	Microsievert
CD	Coronaria derecha		

## INTRODUCCIÓN

Pese a que, ya desde hace tiempo, pueden verse múltiples avances en lo referente a la tecnología de imágenes cardiovasculares, la angiografía convencional (AC) coronaria aún hoy continúa siendo el estudio diagnóstico estándar para evaluar el grado de lesión coronaria y establecer el tratamiento a seguir. (1)

Sin embargo, la AC conlleva algunas limitaciones, como el riesgo de nefrotoxicidad mediada por contraste y la exposición a radiación, tanto para el paciente como para el personal del laboratorio de hemodinamia. (2, 3)

La introducción de la angiografía rotacional dual (ARD), es decir, la rotación en dos ejes del brazo en C durante el escaneo radiográfico, ha permitido visualizar el árbol coronario mediante una sola inyección diagnóstica. (4-6)

Gracias a este novedoso método de adquisición de imágenes, el marco de la imagen automáticamente se mueve siguiendo una trayectoria de izquierda a derecha y de craneal a caudal, lo que permite una visualización completa del árbol coronario. Dicha trayectoria se ha fijado de modo que contenga todas las proyecciones clásicas de la AC, incluidas las proyecciones óptimas de cada segmento, evitando así el acortamiento y la superposición. (6)

Diversas comunicaciones demuestran la factibilidad y la seguridad de la ARD para la evaluación coronaria. (7) Sin embargo, para que sea adoptada como estudio angiográfico coronario estándar debería poseer una precisión diagnóstica cercana a la de la técnica estándar.

Hasta el momento, la evidencia existente respecto del rendimiento y la seguridad del diagnóstico de la ARD es, ciertamente, limitada.

El objetivo de este estudio busca señalar la seguridad y el grado de precisión diagnóstica de la ARD en comparación con la AC.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente es un estudio prospectivo diseñado para comparar la factibilidad, el poder diagnóstico y la seguridad de la ARD respecto de la AC.

### Población

Se incluyeron en forma consecutiva pacientes sometidos a coronariografía diagnóstica con un angiógrafo Philips Allura FD20 en el Departamento de Hemodinamia del Instituto Cardiovascular de Buenos Aires. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado previo al ingreso en el registro. Se excluyeron los pacientes portadores de síndromes coronarios agudos, cirugía de revascularización previa y diagnóstico de insuficiencia renal previa (creatininemia > 1,3 mg/dl).

### Angiografía

La elección del lugar de acceso fue pautado por cada operador, de acuerdo con su propio criterio. Siguiendo el protocolo habitual, las inyecciones fueron manuales y se utilizó contraste hipoosmolar. Asimismo, en todos los casos se usaron catéteres diagnósticos de 6 Fr.

AC: se realizaron sistemáticamente cuatro proyecciones de la coronaria izquierda (oblicua derecha caudal, posteroan-

terior craneal, oblicua izquierda craneal y oblicua izquierda caudal) y dos de la coronaria derecha (CD) (oblicua izquierda y posteroanterior craneal), con un campo de 22 mm y una adquisición a 15 cuadros por segundo.

Habiéndose realizado la angiografía izquierda como también la derecha, se continuó con la ARD. Previo a la adquisición se debió ajustar el isocentro.

Respecto del tiempo total, no se contabilizaron el tiempo que tomó la fluoroscopia en cateterizar las arterias ni el tiempo del ajuste del isocentro.

La adquisición de la ARD es automatizada; por lo tanto, el arco responde a un recorrido preestablecido (Figura 1). Asimismo, los tiempos de recorrido del arco y de la adquisición son fijos, de 5,3 segundos en la ARD izquierda y de 4 segundos en la ARD derecha.

Se excluyeron del estudio angiográfico con ARD los pacientes con oclusión o lesión ostial grave de la CD o con CD de escaso desarrollo y calibre.

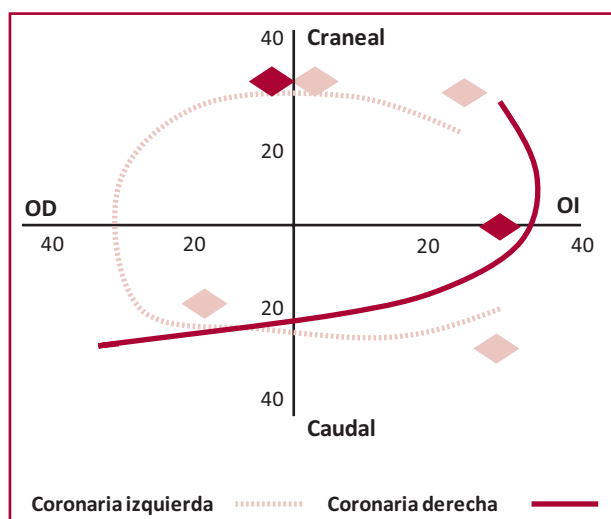
### Variables analizadas y objetivos

Se recolectaron datos del procedimiento (mililitros de contraste, radiación hacia el paciente y el operador), datos angiográficos, factores de riesgo del paciente, información demográfica y complicaciones relacionadas con la técnica en forma prospectiva.

El total de radiación emitida durante la adquisición con ambas técnicas se midió con la técnica de *air-kerma* (mGray); también se pudo medir la radiación del operador. Las dos radiaciones fueron discriminadas por ambas técnicas de diagnóstico mediante dosímetros digitales situados por fuera del delantal plomado en el sitio de trabajo con las medidas preventivas básicas.

Los estudios fueron evaluados, siguiendo el método ciego, por dos cardiólogos intervencionistas independientes (observador 1 y observador 2) a fin de determinar el grado de certeza diagnóstica de la ARD.

Para dicho fin, los observadores informaron, usando ambas técnicas, la cantidad de lesiones (mayores



**Fig. 1.** Adquisición angiográfica con ARD y AC. OD: Oblicua anterior derecha. OI: Oblicua anterior izquierda. Líneas: Trayecto de adquisición con ARD. Rombos: Adquisiciones fijas.

del 50% del total de pacientes) y sus características (porcentaje de estenosis y longitud, tamaño del vaso). De acuerdo con el protocolo, se dejó un intervalo de tres semanas entre la evaluación de cada técnica; se evaluó primero la ARD y luego la AC. Para minimizar el margen de error al estimar la longitud de las lesiones, se seleccionó un total de 30/82 (36,5%) lesiones en las cuales su localización coincidía en el árbol coronario tanto en ambos métodos como para ambos observadores. Se estratificaron en tres grupos: cortas (< 10 mm), intermedias (10-20 mm) y largas > 20 mm).

### Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como media y desviación estándar. En la comparación de dos grupos se emplearon la prueba de la *t* o la de Kruskal-Wallis según la distribución fuera paramétrica o no, respectivamente. Las variables categóricas se expresaron como porcentajes y se compararon con la prueba de chi cuadrado o la de Fischer según correspondiera. Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

El análisis de acuerdo cuantitativo del porcentaje de estenosis se realizó con el coeficiente de correlación y los resultados se analizaron gráficamente a través del método de Bland-Altman clásico. La valoración del grado de acuerdo interobservador e intermétodo de variables categóricas se analizó con el coeficiente kappa de Cohen. Se utilizó el *software* SPSS 18.0.0. para Windows Chicago, Ill, USA.

## RESULTADOS

### Características de los pacientes

Se incluyeron 44 pacientes; de este total, el 80% eran de sexo masculino y, la mayoría, portadores de múltiples factores de riesgo (hipertensión arterial el 80%, diabetes mellitus el 22,5%, tabaquismo el 23,5%). Un tercio de los pacientes tenían diagnóstico previo de enfermedad coronaria, mientras que el 95,4% de los pacientes incluidos en el estudio presentaron lesiones mayores del 50%, que totalizaron 82 lesiones.

Se realizó la ARD de la coronaria izquierda en todos los pacientes; en ocho de estos pacientes no se efectuó la

ARD de la CD, en dos de ellos por la presencia de lesión ostial con dampeo significativo, en otros dos debido a una lesión con oclusión a nivel proximal y en los cuatro restantes por la presencia de CD no dominante.

No se observaron complicaciones con ninguno de los métodos en los pacientes analizados.

### Volumen de contraste

La cantidad de contraste empleado, al comparar ambas técnicas angiográficas, fue el 45,4% menor con la ARD que con la AC (AC  $33,29 \pm 11,2$  ml *vs.* ARD  $17 \pm 5,4$  ml;  $p < 0,01$ ) (Figura 2).

Al desglosar el análisis de consumo de contraste, la utilización sobre la arteria coronaria izquierda disminuyó fuertemente (AC  $28,1 \pm 10$  ml *vs.* ARD  $12 \pm 2,9$  ml;  $p < 0,03$ ), en tanto que sobre la CD se observó solamente una ligera reducción (AC  $5,1 \pm 4$  ml *vs.* ARD  $4 \pm 2,9$  ml;  $p < 0,06$ ).

### Radiación

La exposición a radiación del paciente fue significativamente menor con la ARD (AC  $235,6 \pm 76,8$  mGy *vs.* ARD  $82,7 \pm 46,6$  mGy;  $p < 0,01$ ), lo que determinó una reducción del 65,4% del total de la exposición. Incluso al evaluar ambas arterias por separado, la reducción en la exposición continúa siendo importante (en la coronaria izquierda: AC  $186 \pm 68,3$  mGy *vs.* ARD  $52,9 \pm 30,2$  mGy;  $p < 0,01$ ; en la CD: AC  $49,6 \pm 44,5$  mGy *vs.* ARD  $29,8 \pm 6$  mGy;  $p < 0,03$ ).

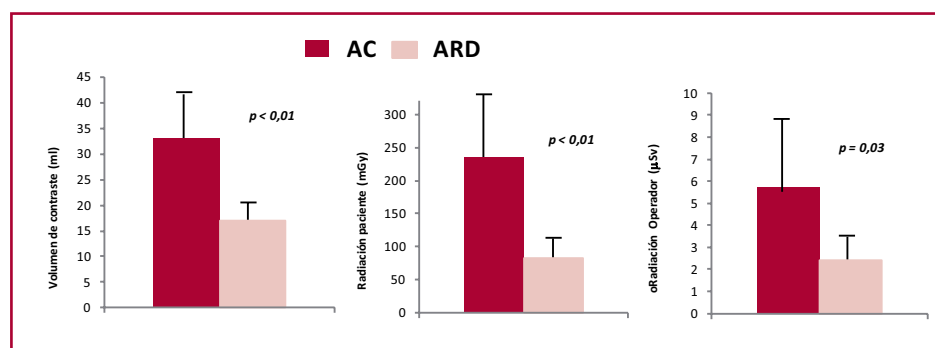
La exposición del operador también disminuyó con la ARD respecto de la AC (AC  $5,7 \pm 3,26$   $\mu$ Sv *vs.* ARD  $2,48 \pm 1,47$   $\mu$ Sv;  $p < 0,04$  (véase Figura 2).

### Evaluación de las lesiones

De las 82 lesiones relevantes, 21 de ellas eran bifurcaciones, 6 eran oclusiones totales, 5 eran lesiones en tronco de coronaria izquierda y 2 eran reestenosis *intrastent*. El 100% de las lesiones fueron detectadas por los dos observadores utilizando ambos métodos.

Intraobservador: observador 1 y observador 2

Independientemente del observador, al comparar los dos métodos se pudo ver una pequeña diferencia estadísticamente no significativa y una fuerte correlación tanto en el número de lesiones como en el tamaño



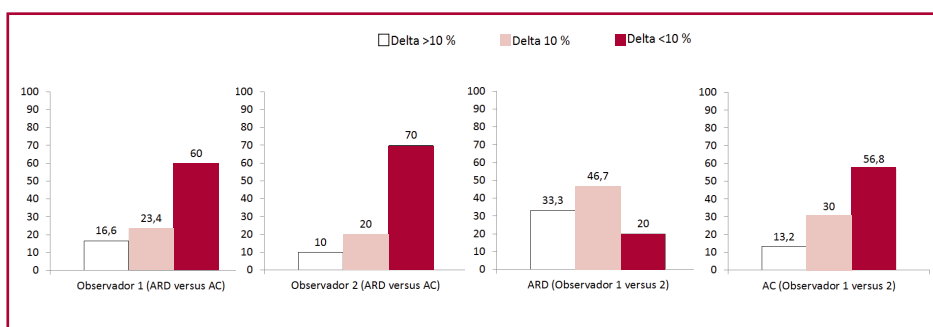
**Fig. 2.** Volumen de contraste y el grado de exposición a la radiación según el método.

**Tabla 1.** Evaluación de las características de las lesiones de acuerdo con el observador y con el método angiográfico

	Observador 1			Observador 2		
	AC	ARD	Delta*/Correlación**	AC	ARD	Delta*/Correlación**
Número de lesiones	2 ± 0,9	1,9 ± 1	0 (0 a 0,25)/r = 0,70	2,2 ± 1,1	1,8 ± 1,1	0 (0 a 1)/r = 0,8
Diámetro del vaso (mm)	2,92 ± 0,45	2,95 ± 0,66	0 (0,3 a 0,5)/r = 0,77	2,8	2,8 ± 1,3	0 (0,5 a 5)/r = 0,76
Estenosis (%)	73 ± 17	72 ± 17	0 (5 a 0)/r = 0,77	73 ± 16	75 ± 18	0 (0 a 5)/r = 0,87

\*Delta (AC - ARD) mostrado como mediana (25-75% intercuartil). \*\* (AC y ARD).

**Fig. 3.** Comparación categórica del porcentaje de estenosis entre observadores y entre métodos. Se dividió el delta (observador 1 menos observador 2 o ARD menos AC) en tres grupos: < 10%, 10% y > 10%.



del vaso y el porcentaje de estenosis (Tabla 1). En relación con la evaluación del porcentaje de estenosis con ambos métodos, se observó una diferencia  $\leq 10\%$  en el 90% y el 83,4% de las lesiones evaluadas por los observadores 1 y 2, respectivamente (Figura 3). El análisis visual de Bland-Altman (Figura 4) presenta una dispersión que predomina dentro del IC 95% y no insinúa la presencia de errores sistemáticos. Asimismo, la evaluación de la longitud de la lesión también presentó una concordancia óptima tanto para el observador 1 como para el observador 2 (Tabla 2).

#### Interobservador: observador 1 versus observador 2

Al comparar a los observadores entre sí, no se hallaron diferencias importantes en cuanto al número de lesiones, el tamaño del vaso y el porcentaje de estenosis observado con la ARD (Tabla 1). Se halló una diferencia  $\leq 10\%$  en la medición del porcentaje de estenosis en el 66,7% de las lesiones evaluadas mediante ARD y en el 86,8% de las lesiones evaluadas mediante AC (véase Figura 3). El análisis visual de Bland-Altman (Figura 5) presenta una dispersión que predomina dentro del IC 95% y no insinúa la presencia de errores sistemáticos.

## DISCUSIÓN

En este estudio, los siguientes resultados merecen ser puestos en relieve:

1. El uso de la ARD se traduce en una exposición menor al contraste y a la radiación que en la AC.
2. La precisión diagnóstica de la ARD es similar a la de la AC.

La realización de pruebas diagnósticas con contrastes radiológicos (tomografía computarizada, arteriografía, coronariografía, etc.) es una práctica habitual en medicina, que se asocia con un riesgo no menor de nefrotoxicidad. A su vez, la nefropatía por contraste representa la tercera causa de insuficiencia renal aguda intrahospitalaria, y su incidencia referida en la bibliografía varía considerablemente debido a las diferentes definiciones de nefropatía por contraste empleadas en los estudios, como también por el tipo y el volumen de contraste administrado. (8, 9) Diversos estudios confirman el impacto de la nefropatía por contraste en la supervivencia cardiovascular a corto y a largo plazos. En este sentido, la disminución del volumen de contraste utilizado con la ARD impactaría favorablemente en la evolución de estos pacientes. (10) Asimismo, un volumen menor de contraste sería auspicioso para la población de pacientes hemodinámicamente inestables con tolerancia hídrica limitada. (10, 11) Se requieren más estudios con el objetivo de esclarecer estos puntos.

En virtud del aumento de la esperanza de vida y del vertiginoso avance de la cardiología intervencionista, existe un franco incremento de las intervenciones y reintervenciones percutáneas. Secundario a ello deviene necesaria la reducción de la exposición acumulativa a rayos X en pacientes cardiovasculares. La ARD, con una adquisición a 30 cuadros por segundo, constituye una herramienta eficiente para reducir la dosis administrada. (12, 13) Programas asociados a la ARD permiten elegir el posicionamiento de trabajo correcto, con lo que se obtienen

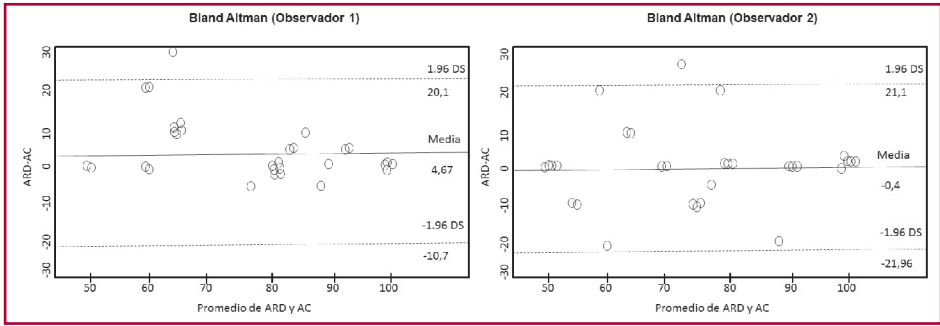


Fig. 4. Gráficos de Bland-Altman: comparación entre métodos.

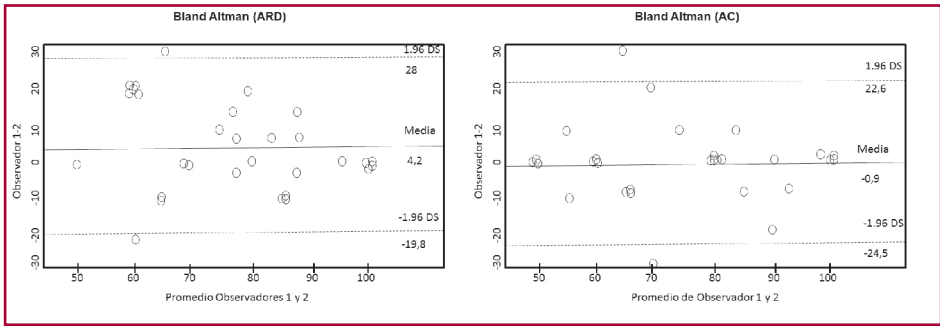


Fig. 5. Gráficos de Bland-Altman: comparación entre observadores.

Tabla 2. Longitud: concordancia entre ARD y AC

Observador 1		ARD (n = 30)			Total
		≤ 10 mm	11-20 mm	> 20 mm	
AC (n = 30)	≤ 10 mm	7	2	0	9
	11-20 mm	0	13	0	13
	> 20 mm	0	0	8	8
	Total	7	15	8	30

Medida de acuerdo kappa: 0,92.

Observador 2		ARD (n = 30)			Total
		≤ 10 mm	11-20 mm	> 20 mm	
AC (n = 30)	≤ 10 mm	7	3	0	10
	11-20 mm	2	11	3	16
	> 20 mm	0	0	4	4
	Total	9	14	7	30

Medida de acuerdo kappa: 0,61.

una superposición menor y un acortamiento de los segmentos, en plan de programar la intervención terapéutica, luego de una reconstrucción 3D del árbol coronario.

Del mismo modo, la técnica de seguimiento de arco constituye un método que permite una ubicación espacial mejor, sin necesidad de repetidas adquisiciones durante la intervención. Asimismo, la reducción de la dosis sobre el operador constituye una ventaja especialmente útil en centros de alto volumen, donde

es frecuente la realización de procedimientos prolongados debido a una mayor complejidad.

A pesar de llevar a cabo una pequeña experiencia, se ha incluido un amplio espectro de patología coronaria. Sin embargo, de acuerdo con experiencias previas, no se han evidenciado complicaciones hemodinámicas ni arrítmicas. (6) Dichos hallazgos complementan el concepto de seguridad de la técnica que se describe en este estudio.

El diagnóstico de lesiones coronarias mediante la ARD, en relación con el método convencional, presenta un alto nivel de correspondencia, tanto en el número de lesiones evaluadas como en sus características. Los hallazgos son comparables a los de estudios previos; sin embargo, en nuestra experiencia se evalúan por primera vez ambos métodos a través de cardiólogos intervencionistas independientes y en forma ciega, lo cual les atribuye una alta confiabilidad. (6) Además, el estudio permite deducir la alta certeza diagnóstica del método, ya que la interpretación de las lesiones > 50% se han caracterizado en forma similar entre especialistas independientes.

CONCLUSIÓN

La ARD es un método diagnóstico seguro para realizar angiografías coronarias, su uso de rutina es factible y, además, reduce sustancialmente la dosis de radiación y el volumen de contraste. Asimismo, se documentó una calidad de imagen semejante a la de los métodos convencionales asociada con una interpretación diagnóstica adecuada.



## ABSTRACT

### Efficacy and safety of dual-axis rotational coronary angiography versus conventional angiography

#### Background

Conventional coronary angiography (CA) is the gold standard for the diagnosis of coronary artery disease. However, this technique requires several orthogonal projections to determine the severity of the disease. Dual-axis rotational coronary angiography (DARCA) is a new technique which allows visualization of each coronary artery using a single contrast injection and obtains unique images. This technique has been shown to reduce both radiation and contrast exposure.

#### Objective

To determine the amount of contrast used, radiation exposure and diagnostic accuracy of DARCA compared to conventional CA.

#### Methods

We conducted a prospective, self-controlled study of consecutive patients undergoing elective coronary angiography to compare DARCA versus the conventional technique. All the angiographies were reviewed by two independent interventional cardiologists (observer 1 and observer 2) who evaluated agreement between both types of images. The observers evaluated firstly the DARCA and three weeks later the conventional CAs to prevent bias in reading the images.

#### Results

The contrast volume used in the diagnostic procedure was significantly lower with DARCA ( $33.29 \pm 11.2$  ml vs.  $17 \pm 5.4$  ml;  $p < 0.01$ ). Radiation exposure in patient ( $235.6 \pm 76.8$  mGy vs.  $82.7 \pm 46.6$  mGy;  $p < 0.01$ ) and operator was also significantly lower ( $5.7 \pm 3.26$   $\mu$ Sv vs.  $2.48 \pm 1.47$   $\mu$ Sv;  $p < 0.04$ ). A slight difference and a strong correlation were seen in the number of lesions, vessel diameter and percentage of stenosis between both observers and in both methods. Agreement for categorizing percentage of stenoses was also adequate.

#### Conclusion

DARCA reduces the use of contrast agent and radiation exposure compared to the conventional technique without modifying the diagnostic accuracy of the method.

**Key words >** Rotational Angiography - Coronary Artery Disease - Radiation

## BIBLIOGRAFÍA

1. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, Carabello B, Dehmer GJ, Eagle KA, et al. ACC/AHA guidelines for coronary angiography: executive summary and recommendations. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Coronary Angiography) developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. *Circulation* 1999;99:2345-57.
2. Caixeta A, Mehran R. Evidence-based management of patients undergoing PCI: contrast-induced acute kidney injury. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75:S15-20.
3. Solomon RJ, Mehran R, Natarajan MK, Doucet S, Katholi RE, Staniloae CS, et al. Contrast-induced nephropathy and long-term adverse events: cause and effect? *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4:1162-9.
4. Garcia JA, Agostoni P, Green NE, Maddux JT, Chen SY, Messenger JC, et al. Rotational vs. standard coronary angiography: an image content analysis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009;73:753-61.
5. Maddux JT, Wink O, Messenger JC, Groves BM, Liao R, Strzelczyk J, et al. Randomized study of the safety and clinical utility of rotational angiography versus standard angiography in the diagnosis of coronary artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004;62:167-74.
6. Klein AJ, Garcia JA, Hudson PA, Kim MS, Messenger JC, Casserly IP, et al. Safety and efficacy of dual-axis rotational coronary angiography vs. standard coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:820-7. doi: 10.1002/ccd.22804.
7. Garcia JA, Chen SY, Messenger JC, Casserly IP, Hansgen A, Wink O, et al. Initial clinical experience of selective coronary angiography using one prolonged injection and a 180 degrees rotational trajectory. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;70:190-6.
8. Mehran R, Nikolsky E. Contrast-induced nephropathy: definition, epidemiology, and patients at risk. *Kidney Int Suppl* 2006;(100):S11-5.
9. Schweiger MJ, Chambers CE, Davidson CJ, Blankenship J, Bhalla NP, Block PC, et al. Prevention of contrast induced nephropathy: recommendations for the high risk patient undergoing cardiovascular procedures. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;69:135-40.
10. McCullough PA, Wolyn R, Rocher LL, Levin RN, O'Neill WW. Acute renal failure after coronary intervention: incidence, risk factors, and relationship to mortality. *Am J Med* 1997;103:368-75.
11. Rihal CS, Textor SC, Grill DE, Berger PB, Ting HH, Best PJ, et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention. *Circulation* 2002;105:2259-64.
12. Grech V, Grech M, Debono J. Greater radiation savings at higher body mass indexes with dual axis rotational coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012 Apr 18. doi: 10.1002/ccd.24407.
13. Lee JB, Chang SG, Kim SY. A comparison between dual axis rotational coronary angiography and conventional coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011 Nov 22. doi: 10.1002/ccd.23415.