

INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Impacto de la angiografía coronaria rotacional en la cantidad total de contraste administrado y la exposición a las radiaciones ionizantes en pacientes en los que se realizan procedimientos coronarios invasivos: revisión sistemática y metaanálisis



Diego Fernández-Rodríguez^{a,b,*}, Leydimar Anmad Shihadeh^a, José L. Martos-Maine^a, Patricia Couto-Comba^a, Alejandro Quijada-Fumero^a, Raquel Pimienta^a, José J. Grillo-Pérez^a, Marcos Rodríguez-Esteban^a, Horacio Pérez-Hernández^a, Julio Hernández-Afonso^a y Francisco Bosa Ojeda^c

^a Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria, Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, España

^b Servicio de Cardiología, Hospital Universitari Arnau de Vilanova, Lleida, España

^c Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Canarias, Universidad de Laguna, La Laguna, Tenerife, España

Recibido el 2 de agosto de 2016; aceptado el 6 de agosto de 2017

PALABRAS CLAVE

Angiografía coronaria;
Angiografía coronaria rotacional;
Angioplastia coronaria;
Revisión sistemática;
Metaanálisis;
España

Resumen

Antecedentes: Los procedimientos coronarios invasivos conllevan la administración de contraste y la exposición a radiaciones ionizantes, comportando un incremento de la morbi-mortalidad. La angiografía coronaria rotacional (ACR) permite adquirir múltiples proyecciones con una inyección de contraste. Hasta la fecha, no hay metaanálisis específicos comparando la ACR y la angiografía coronaria convencional (ACC) en pacientes en los que se realizan procedimientos coronarios invasivos, tanto diagnósticos como diagnósticos y terapéuticos. El objetivo de este metaanálisis es evaluar el impacto de la ACR en la cantidad de contraste, y la radiación ionizante en procedimientos coronarios invasivos.

Métodos: Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed y Ovid para identificar estudios tanto diagnósticos como diagnósticos y terapéuticos que comparasen ACR y ACC. Los estudios fueron evaluados sobre la calidad y los sesgos, y fueron incluidos si contemplaban alguna de las siguientes variables de valoración: volumen de contraste, radiación ionizante medida como producto dosis-área, Kerma-aire o tiempo de fluoroscopia.

* Autor para correspondencia. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria, Carretera del Rosario 145, código postal 38010, Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, España. Fax: +922 602 334; teléfono: +651 369 729.

Correo electrónico: d.fernand.2@hotmail.com (D. Fernández-Rodríguez).

Resultados: Dieciséis estudios, totalizando 2,327 pacientes, fueron incluidos en el análisis final (1,146 pacientes recibieron ACR y 1,181, ACC), objetivándose diferencias significativas en volumen de contraste (diferencia estándar de medias [intervalo de confianza al 95%] $-1.887 [-2.472$ a $-1.302]$; $p < 0.001$), producto dosis-área ($-0.726 [-1.034$ a $-0.418]$; $p < 0.001$), Kerma-aire ($-0.842 [-1.104$ a $-0.581]$; $p < 0.001$) y tiempo de fluoroscopia ($0.263 [-0.496$ a $-0.030]$; $p = 0.027$).

Conclusiones: La ACR permite reducir el volumen de contraste y la radiación, evaluada como producto dosis-área, Kerma-aire y tiempo de fluoroscopia en pacientes a los que se les realizan procedimientos coronarios invasivos.

© 2017 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Coronary angiography;
Rotational coronary angiography;
Coronary angioplasty;
Systematic review;
Meta-analysis;
Spain

Impact of rotational coronary angiography in the amount of iodinated contrast and the exposure to ionising radiations in patients undergoing invasive coronary procedures: A systematic review and meta-analysis

Abstract

Background: Invasive coronary procedures involve the administration of iodinated contrast and the exposure to ionising radiations, increasing morbidity and mortality. The rotational coronary angiography (RCA) allows acquiring multiple projections with a unique injection of iodinated contrast. To date, there are no meta-analyses specifically comparing RCA and conventional coronary angiography (CCA) in patients undergoing invasive coronary procedures, whether diagnostic or diagnostic and therapeutic. The aim of this meta-analysis is to assess the impact of RCA on the amount of iodinated contrast and the exposure to ionising radiations during invasive coronary procedures.

Methods: A search in PubMed and Ovid databases was conducted to identify studies, including diagnostic and diagnostic and therapeutic studies, comparing RCA and CCA. The manuscripts were evaluated on quality and biases, and were included if they analysed any of the following endpoints: volume of contrast and exposure to ionising radiations measured as dose-area product, and Kerma-air or fluoroscopy time.

Results: Sixteen studies, with a total of 2,327 patients, were included in the final analysis (1,146 patients underwent RCA and 1,181 patients underwent CCA), with significant differences being detected in volume of contrast (standard difference in means [95% confidence interval] $-1.887 [-2.472$ to $-1.302]$; $P < .001$), dose-area product ($-0.726 [-1.034$ to $-0.418]$; $P < .001$), Kerma-air ($-0.842 [-1.104$ to $-0.581]$; $P < .001$), and fluoroscopy time ($0.263 [-0.496$ to $-0.030]$; $P = .027$).

Conclusions: RCA reduces the volume of contrast and the exposure to radiation, evaluated as dose-area product, Kerma-air, and fluoroscopy time, in patients undergoing invasive coronary procedures.

© 2017 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La angiografía coronaria es la técnica «gold standard» para la evaluación de las arterias coronarias, permitiendo además el tratamiento de las lesiones coronarias durante el mismo procedimiento. Sin embargo, la exposición a la radiación ionizante y al contraste yodado de los pacientes sometidos a estos procedimientos puede conllevar la aparición de efectos adversos, como disfunción renal o enfermedades oncológicas¹⁻³.

La realización de la angiografía coronaria mediante la técnica convencional (ACC) precisa múltiples inyecciones de contraste en diferentes proyecciones angiográficas para la adecuada evaluación de ambas arterias coronarias, necesiándose en múltiples ocasiones proyecciones

adicionales para obtener una adecuada evaluación del árbol coronario^{4,5}.

La angiografía coronaria rotacional (ACR) simple debido a un movimiento rotacional sobre un eje del arco de fluoroscopia permite la obtención de imágenes en múltiples proyecciones angiográficas en una sola inyección de contraste, y reducir así el número de inyecciones necesarias para evaluar cada arteria coronaria⁶. Asimismo, una evolución de la técnica anteriormente descrita (la ACR de doble eje), al posibilitar la rotación simultánea sobre 2 ejes, permite realizar un estudio completo de cada arteria coronaria, con una única inyección de contraste para cada arteria coronaria⁷. De este modo, se posibilitaría una reducción en la administración de contraste y en la dosis ionizante requerida para cada estudio, y con ello los efectos indeseables asociados.

Hasta la fecha, solo un metaanálisis ha comparado la ACR con la ACC, circunscribiéndose al escenario de la angiografía coronaria diagnóstica⁸. Sin embargo, los hallazgos de dicho estudio no son muy extrapolables a la práctica habitual, donde en múltiples ocasiones el diagnóstico y el tratamiento coronario se realizan durante el mismo procedimiento invasivo.

Por lo anterior, nos hemos propuesto realizar un metaanálisis comparativo de ACR y ACC, evaluando el volumen total de contraste administrado y la exposición a la radiación ionizante en pacientes sometidos a procedimientos coronarios invasivos, ya sean diagnósticos como diagnósticos y terapéuticos.

Métodos

El objetivo de este metaanálisis fue evaluar los efectos cuantitativos sobre la cantidad de contraste, y la exposición a la radiación en procedimientos coronarios invasivos, realizados en pacientes que reciben ACR en comparación con la ACC. Más específicamente, se evaluó el volumen total de contraste utilizado, la exposición a la radiación medida como producto dosis-área (PDA), como Kerma-aire o como tiempo total de fluoroscopia empleado mediante la comparación de ambas estrategias.

Búsqueda bibliográfica e identificación de estudios primarios

Se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada sobre la ACR de conformidad con la guía y los ítems específicamente reportados en el documento de consenso Preferred

Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)⁹.

Se realizó una búsqueda computarizada de estudios en adultos en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed y Ovid, sin restricción de idioma hasta el 30 de junio de 2016. Se utilizaron las siguientes palabras clave o términos: (rotational OR single axis OR dual axis) AND (coronary angiography OR coronary angioplasty OR percutaneous coronary intervention). Los estudios seleccionados debían contener información acerca de alguna de las variables de valoración a estudio, las cuales debían incluir la media y la desviación estándar, o la mediana y el rango intercuartílico, y el número de pacientes seleccionados en cada grupo. Los estudios que no cumplieran estas características fueron excluidos. En caso de múltiples informes de la misma población de estudio, se utilizó la información con mayor tamaño muestral o en la que se hubiesen realizado también procedimientos coronarios terapéuticos. Dos autores (DFR y LAS) obtuvieron los artículos completos de todos aquellos que se consideraron como potencialmente relevantes para la presente revisión. Las posibles discrepancias se resolvieron mediante consenso entre ambos autores (fig. 1).

Extracción de datos, evaluación de la calidad y análisis de sensibilidad

Se reunió la siguiente información de cada uno de los artículos seleccionados: año de publicación, tipo de diseño, tamaño muestral, tipo de rotación en la angiografía (rotacional simple o rotacional de doble eje) y tipo de procedimiento realizado (diagnóstico o diagnóstico y terapéutico). Y como variables de valoración finales se utilizaron: el volumen total

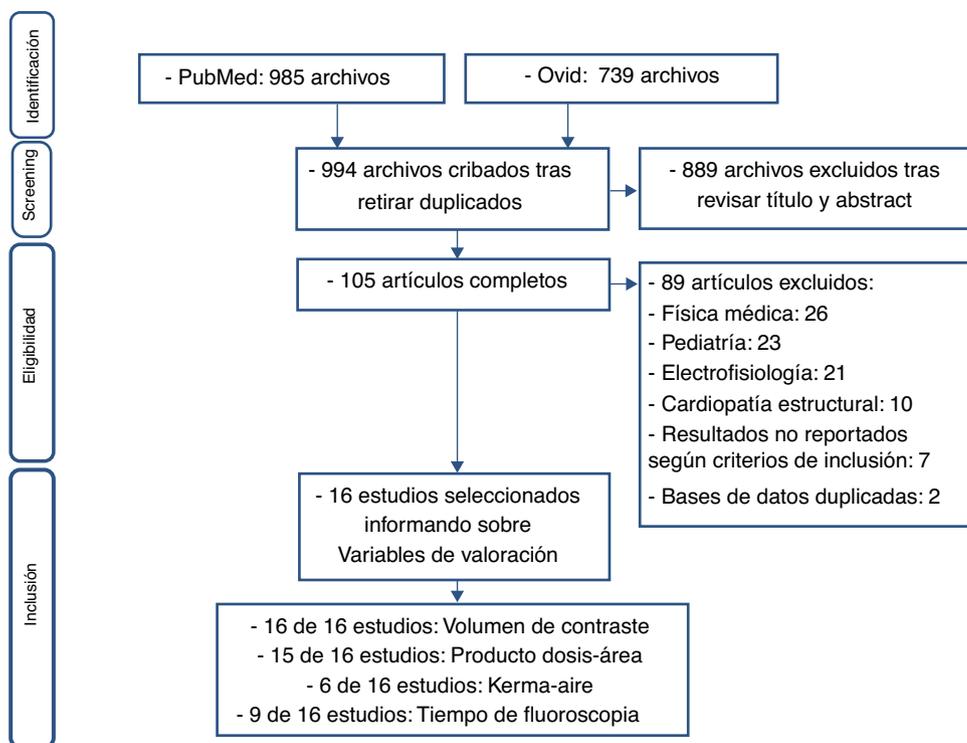


Figura 1 Diagrama de flujo que representa la búsqueda bibliográfica y la identificación de estudios primarios.

de contraste utilizado (mL), la radiación evaluada como PDA ($\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$), la radiación evaluada como Kerma-aire (mGy) y el tiempo total de fluoroscopia empleado (s). No se contactó con los autores de cada uno de los trabajos originales para ampliar la información.

Con el objeto de evaluar la calidad y los posibles sesgos de los estudios, otros 2 autores (JLMM y PCC) evaluaron los estudios seleccionados. En caso de existir discrepancias, estas se resolvieron por consenso. La calidad y los posibles sesgos fueron evaluados en los estudios aleatorizados utilizando los criterios validados de Jüni⁹. Para los estudios no aleatorizados se utilizó la escala de Downs modificada¹⁰. Asimismo, para las variables de valoración que combinaban más de 10 estudios originales se realizaron análisis de sensibilidad basados en el tamaño de la muestra y el tipo de procedimiento realizado (diagnóstico versus diagnóstico y terapéutico).

Análisis estadístico

Las variables continuas de las características más relevantes de los estudios originarios se presentaron como media (desviación estándar) o medianas (rango intercuartílico) según procediese. Las variables categóricas se presentaron como números absolutos. El análisis estadístico y los diagramas de bosque se realizaron utilizando el software Comprehensive Meta-Analysis (Biostat, Englewood, NJ, EE. UU.). Se consideraron como estadísticamente significativos valores de $p < 0.05$. Dado que las variables de valoración finales eran continuas, los resultados se presentaron como diferencia estándar de medias con un intervalo de confianza del 95% (IC 95%). La heterogeneidad entre estudios fue identificada utilizando el test de Chi-cuadrado y el test I^2 . Se utilizó un modelo de efectos fijos, en caso de no existir heterogeneidad, para comparar las variables de valoración finales. Sin embargo, en caso de detectarse heterogeneidad (Chi-cuadrado con valor de p significativo o estadístico $I^2 > 50\%$), se utilizó un modelo de efectos aleatorios.

Resultados

En la búsqueda bibliográfica se obtuvieron un total de 994 artículos, procedentes de las 2 bases de datos escrutadas. Después de revisar los títulos y los resúmenes de todos ellos, se seleccionaron 105 artículos a texto completo, de los cuales se excluyeron 89 por los siguientes motivos: 26 de ellos estaban relacionados con física médica, 23 artículos trataban sobre pediatría, 21 sobre electrofisiología y 10 sobre cardiopatía estructural, 7 de los artículos no reportaban los datos según los criterios de inclusión del estudio y 2 de los mismos estaban basados en datos ya utilizados en los artículos seleccionados (fig. 1). Finalmente, 16 estudios cumplieron los criterios de inclusión¹¹⁻²⁶.

Estos 16 artículos contienen datos de 2,327 pacientes. En relación con el diseño de los estudios, 9 de ellos fueron ensayos aleatorizados, en 4 de los estudios los pacientes recibieron ambos tipos de procedimiento (ACR y ACC), y 3 eran estudios observacionales (tabla 1). La calidad y los sesgos también fueron evaluados mediante herramientas específicas (tablas 2-3).

En relación con el volumen total de contraste utilizado, un total de 16 estudios¹¹⁻²⁶ fueron agrupados para el análisis, comprendiendo 1,146 pacientes en el grupo de ACR y 1,181 pacientes en el grupo de ACC. Se objetivó una diferencia significativa en cuanto al volumen total de contraste administrado favorable a la ACR (diferencia estándar de medias [IC 95%] -1.887 [-2.472 a -1.302]; $p < 0.001$). Se empleó un modelo de efectos aleatorios debido a que existía una heterogeneidad significativa (Chi-cuadrado, $p < 0.001$, test $I^2 = 96.7\%$) (fig. 2).

En cuanto a la radiación evaluada mediante PDA, de 15 estudios^{11,12,14-26} se extrajeron datos sobre 1,130 pacientes en el grupo de ACR y 1,166 pacientes en el grupo de ACC. Se observó una diferencia significativa entre ambos grupos a favor de la ACR (diferencia estándar de medias [IC 95%] -0.726 [-1.034 a -0.418]; $p < 0.001$). Para el análisis se utilizó un modelo de efectos aleatorios, dada la presencia de heterogeneidad significativa (Chi-cuadrado, $p < 0.001$, test $I^2 = 91.1\%$) (fig. 3).

En el análisis relativo a la radiación evaluado mediante Kerma-aire se agruparon 6 estudios^{13,15,19,22,24,26}, suponiendo una población de 340 pacientes en el grupo de ACR y 343 pacientes en el grupo de ACC. Se detectó una diferencia estadísticamente significativa favorable a la ACR (diferencia estándar de medias [IC 95%] -0.842 [-1.104 a -0.581]; $p < 0.001$). Es de destacar que se empleó un modelo de efectos aleatorios, dado que existía heterogeneidad significativa (Chi-cuadrado, $p = 0.036$, test $I^2 = 58.1\%$) (fig. 4).

En cuanto al tiempo total de fluoroscopia^{11,13-15,21-24,26}, se agruparon un total de 9 estudios comprendiendo 608 pacientes en el grupo de ACR y 641 pacientes en el grupo de ACC. También, se observaron diferencias significativas (diferencia estándar de medias [IC 95%]; 0.263 [-0.496 a -0.030]; $p = 0.027$). Dada la heterogeneidad existente, se empleó un método de efectos aleatorios (Chi-cuadrado, $p = 0.001$, test $I^2 = 70.4\%$) (fig. 5).

Discusión

Las principales aportaciones de nuestro trabajo son las siguientes: a) el diseño de nuestra investigación permite extrapolar las conclusiones del estudio tanto a procedimientos coronarios diagnósticos como diagnósticos y terapéuticos; b) la ACR reduce la cantidad total de contraste empleado, y c) la ACR reduce la exposición a las radiaciones ionizantes.

Extensión de los resultados a la práctica clínica habitual

Los resultados generales de nuestro trabajo son congruentes con el metaanálisis previo⁸. Sin embargo, la principal diferencia con respecto al citado trabajo se centró en la estrategia de búsqueda y la extracción de datos de los estudios originales. La estrategia de búsqueda de nuestra investigación no contempló la exclusión de estudios en función del idioma de elaboración de los manuscritos, y además de trabajos escritos en lengua inglesa, se incorporaron trabajos escritos en otras lenguas, como el francés y el español. En cuanto a la extracción de datos,

Tabla 1 Características basales de los estudios originales incluidos en el análisis combinado

Estudio y año	Diseño	Tipo de ACR/ICP		ACR, n	ACC, n	Volumen contraste (mL), media (DE)/mediana (RIC)		PDA (Gy·cm ²), media (DE)/mediana (RIC)		Kerma-aire (mGy), media (DE)/mediana (RIC)		Fluoroscopia (s), media (DE)/mediana (RIC)	
						ACR	ACC	ACR	ACC	ACR	ACC	ACR	ACC
Kuon et al. ¹¹ , 2002	ACR y ACC en cada paciente	Simple	No	15	15	25 (4)	64 (9)	9 (4)	7 (3)	-	-	126 (74)	156 (79)
Maddux et al. ¹² , 2004	Aleatorizado	Simple	No	28	28	36 (13)	53 (11)	39 (19)	54 (23)	-	-	-	-
Rigattieri et al. ¹³ , 2005	Aleatorizado	Simple	No	16	15	77 (22)	103 (26)	-	-	531 (272)	831 (344)	234 (90)	294 (108)
Akhtar et al. ¹⁴ , 2005	Aleatorizado	Simple	No	25	25	24 (5)	40 (10)	35 (14)	30 (20)	-	-	44 (33)	44 (40)
Smida et al. ¹⁵ , 2007	Aleatorizado	Simple	No	32	33	60 (10)	90 (15)	18 (9)	24 (11)	449 (228)	700 (384)	282 (168)	330 (246)
Garcia et al. ¹⁶ , 2009	ACR y ACC en cada paciente	Simple	No	100	100	24 (3)	39 (4)	27 (4)	32 (4)	-	-	-	-
Empen et al. ¹⁷ , 2010	ACR y ACC en cada paciente	Simple	No	207	207	32 (5)	52 (8)	5 (3)	12 (6)	-	-	-	-
Klein et al. ¹⁸ , 2011	ACR y ACC en cada paciente	Doble	No	21	21	27 (5)	53 (12)	24 (6)	38 (12)	1,278 (865)	1,860 (1,474)	-	-
Gómez-Menchero et al. ¹⁹ , 2012	Aleatorizado	Doble	Sí	28	29	239 (114)	335 (192)	90 (64)	110 (91)	-	-	-	-
Liu et al. ²⁰ , 2012	Aleatorizado	Doble	No	94	95	30 (6)	52 (10)	10 (4)	21 (8)	-	-	-	-
Grech et al. ²¹ , 2012	Aleatorizado	Doble	No	216	247	24 (8)	51 (19)	27 (17)	44 (23)	-	-	115 (80)	168 (168)
Yasar et al. ²² , 2013	Observacional	Doble	No	56	61	54 (27)	71 (25)	34 (24)	67 (49)	385 (235)	770 (469)	366 (204)	378 (282)
Eloot et al. ²³ , 2013	Aleatorizado	Simple	No	40	40	73 (41-111)	104 (67-190)	33 (12-94)	50 (19-177)	-	-	110 (35-492)	150 (43-833)
Giuberti et al. ²⁴ , 2014	Aleatorizado	Doble	No	101	100	60 (53-72)	76 (68-87)	20 (13-29)	30 (21-37)	270 (176-451)	542 (371-721)	181 (150-229)	165 (132-214)
Farshid et al. ²⁵ , 2014	Observacional	Doble	No	107	105	26 (8)	42 (12)	16 (11)	30 (19)	189 (127)	430 (261)	147 (96)	200 (136)
Morris et al. ²⁶ , 2016	Observacional	Simple	Sí	60	60	342 (188)	311 (187)	60 (40)	48 (35)	-	-	-	-

ACC: angiografía coronaria convencional; ACR: angiografía coronaria rotacional; DE: desviación estándar; ICP: intervencionismo coronario percutáneo; PDA: producto dosis-área; RIC: riesgo intercuartílico;

Los datos numéricos que presentaban decimales en los estudios originales fueron redondeados a la unidad más próxima para facilitar la comprensión de la tabla.

Tabla 2 Evaluación de la calidad y los sesgos para los estudios aleatorizados (criterios de Jüni)

Estudios	Maddux et al. ¹² , 2004	Rigattieri et al. ¹³ , 2005	Akhtar et al. ¹⁴ , 2005	Smida et al. ¹⁵ , 2007	Gómez-Menchero et al. ¹⁹ , 2012	Liu et al. ²⁰ , 2012	Grech et al. ²¹ , 2012	Eloot et al. ²³ , 2013	Giuberti et al. ²⁴ , 2014
<i>Sesgo de selección</i>									
1. ¿Fue la asignación adecuada? Centralizado, código numérico, sobres opacos	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2. ¿Fue el método de aleatorización adecuadamente descrito?	N	N	S	N	S	S	S	N	S
3. ¿Fueron los grupos similares al inicio del estudio?	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Sesgo de realización</i>									
4. ¿Fueron los pacientes/cuidadores cegados respecto a la intervención?	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Sesgo de selección</i>									
5. ¿Se comprobaron los resultados de forma ciega?	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Sesgo de deserción</i>									
6. ¿Cuál fue el porcentaje de pérdidas en el estudio?	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. ¿Fueron todos los pacientes analizados en el grupo al que fueron asignados (análisis por intención de tratar)?	S	S	S	S	S	S	S	S	S

D: desconocido; N: no; S: sí.

no solo se utilizaron estudios que contemplasen procedimientos diagnósticos, sino también terapéuticos. Todo ello permitió incluir finalmente 16 estudios en el análisis combinado, y así aumentar el número total de pacientes de nuestro estudio. Por estos motivos, consideramos que nuestro trabajo se adecua en mayor medida a la práctica habitual, en la que se suelen realizar los procedimientos coronarios diagnósticos y terapéuticos en un único acto médico.

Reducción en la administración de contraste y en la exposición a las radiaciones ionizantes

Una de las principales complicaciones asociadas a los procedimientos coronarios invasivos es la aparición de nefropatía inducida por contraste. Dicha condición puede alcanzar a un tercio de los pacientes derivados para procedimientos coronarios invasivos, siendo una de las causas más comunes de insuficiencia renal adquirida en los pacientes cardiológicos^{1,2}. El desarrollo de dicha complicación se

asocia con una hospitalización prolongada, un destacado incremento en la morbilidad, así como en la mortalidad a corto y largo plazo, y un aumento en los costos sanitarios^{1,2,27}. Debido a que el volumen de contraste empleado en los procedimientos angiográficos se relaciona estrechamente con la aparición de nefropatía inducida por contraste²⁸, la implementación de técnicas como la ACR, que reducen la administración de contraste, podría posibilitar la disminución de la incidencia de esta peligrosa complicación.

En relación con la exposición a las radiaciones ionizantes, es reseñable que en los últimos tiempos se ha producido un gran incremento en la realización de procedimientos angiográficos cardiacos y vasculares periféricos^{29,30}. Debido a este gran incremento en el número de procedimientos, se hace patente la necesidad de implementar técnicas que permitan limitar la exposición de los pacientes y del personal médico a las radiaciones ionizantes, y a los riesgos que conllevan, principalmente derivados de procesos oncológicos³¹. Nuestros resultados muestran una reducción significativa en la radiación que recibe el paciente (PDA), así como en la

Tabla 3 Evaluación de la calidad y los sesgos para los estudios aleatorizados (escala de Downs modificada)

Estudios	Kuon et al. ¹¹ , 2002	García et al. ¹⁶ , 2009	Empen et al. ¹⁷ , 2010	Klein et al. ¹⁸ , 2011	Yasar et al. ²² , 2013	Farshid et al. ²⁵ , 2014	Morris et al. ²⁶ , 2016
<i>Escala modificada de Downs</i>							
<i>Descripción de la información</i>							
1. Hipótesis/objetivo	S	S	S	S	S	S	S
2. Resultados principales	S	S	S	S	S	S	S
3. Criterios de inclusión/exclusión	S	S	S	S	S	S	S
4. Intervención de interés	S	S	S	S	S	S	S
5. Distribución de factores de confusión entre grupos	N	S	S	S	S	S	S
6. Descripción del hallazgo principal	S	S	S	S	S	S	S
7. Rango intercuartílico o desviación estándar o error estándar de la media	S	S	S	S	S	S	S
8. Eventos adversos	N	N	S	S	N	S	N
9. Características de las pérdidas en el seguimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10. Valor exacto de p (o < 0.001)	S	S	S	S	S	S	S
<i>Validez externa</i>							
11. Se solicitó la participación	S	S	S	S	N	S	N
12. Representatividad de la población general	S	S	S	S	S	S	S
13. Equipo de trabajo, lugar, recursos adecuados	S	S	S	S	S	S	S
<i>Validez interna-sesgos</i>							
14. Cegamiento de los pacientes	N	N	N	N	N	N	N
15. Cegamiento de los evaluadores	N	N	N	N	N	N	N
16. Se especificaron análisis post-hoc	N	N	N	N	N	N	N
17. Ajuste por la duración del seguimiento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18. Cumplianza	S	S	S	S	S	S	S
19. Principal resultado representativo o apropiado	S	S	S	S	S	S	S
<i>Validez interna-factores de confusión</i>							
20. Misma población	S	S	S	S	S	S	S
21. Mismo lapso temporal	S	S	S	S	S	S	S
22. Análisis ajustados sobre el resultado principal	S	S	S	S	S	S	S
23. Pérdidas en el seguimiento valoradas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>Poder</i>							
24. ¿Tiene el estudio suficiente poder para detectar un efecto clínico importante donde el valor de probabilidad para encontrar una diferencia debida al azar sea inferior al 5%?	S	S	S	S	S	S	S

N/A: no aplicable (no se realizó seguimiento de los pacientes, dado que las variables de valoración eran angiográficas; por ejemplo, volumen de contraste, producto dosis-área, etc.); N: no; S: sí.

radiación dispersa (Kerma-aire) y el tiempo de fluoroscopia, y también están en línea con los de Loomba et al.⁸. Asimismo, también debemos señalar que aunque las dosis de radiaciones ionizantes son menores en los procedimientos diagnósticos que en los terapéuticos, pueden suponer más de un tercio de la dosis acumulada en los procedimientos combinados (diagnósticos y terapéuticos)^{32,33}. Por lo tanto, la generalización de la ACR podría contribuir a una mayor reducción de la exposición a las radiaciones ionizantes tanto de los procedimientos simples como de los complejos.

Limitaciones

La limitación más destacable de nuestro trabajo es la heterogeneidad presente en las variables de valoración. Por este motivo, en dichos casos se emplearon modelos de efectos aleatorios. No obstante, los resultados de las variables de valoración que comprenden más de 10 estudios (volumen de contraste y PDA) permanecieron similares tras realizar el análisis de sensibilidad, que excluía los estudios de menor tamaño de la muestra y aquellos que incluían procedimientos diagnósticos y terapéuticos.

Contraste

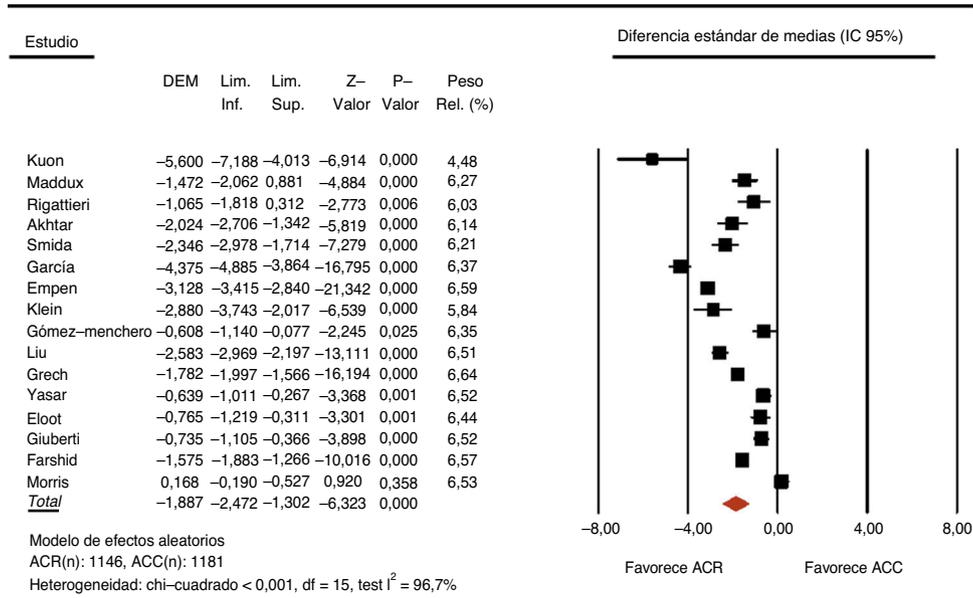


Figura 2 Diagrama de bosque que compara el volumen de contraste administrado (mL) entre la angiografía coronaria rotacional (ACR) y la angiografía coronaria convencional (ACC). DEM: diferencia estándar de medias; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; Inf.: inferior; Lim.: límite; Rel.: relativo; Sup.: superior.

Producto dosis-área

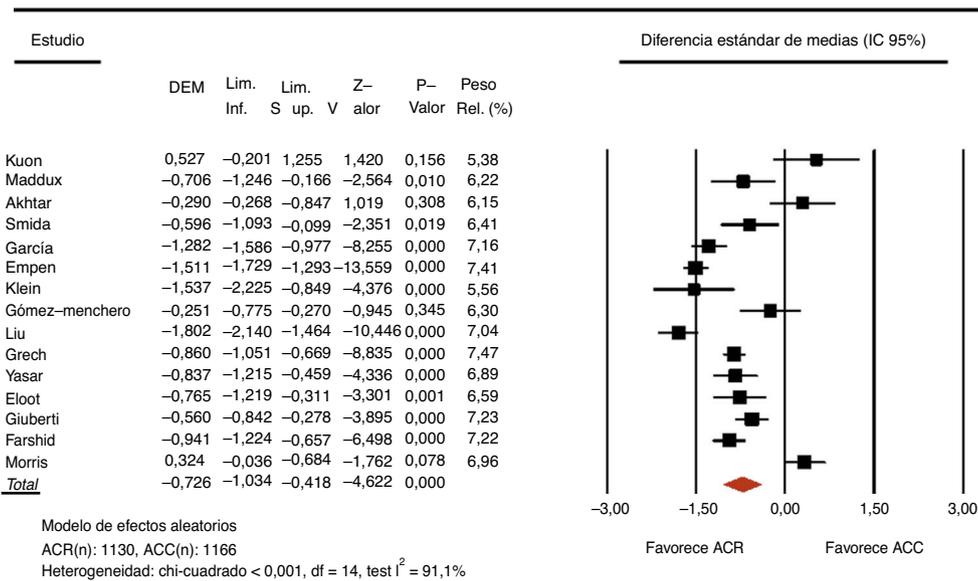


Figura 3 Diagrama de bosque que compara la radiación evaluada mediante producto dosis-área (Gy.cm²) entre la angiografía coronaria rotacional (ACR) y la angiografía coronaria convencional (ACC). DEM: diferencia estándar de medias; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; Inf.: inferior; Lim.: límite; Rel.: relativo; Sup.: superior.

Kerma-aire

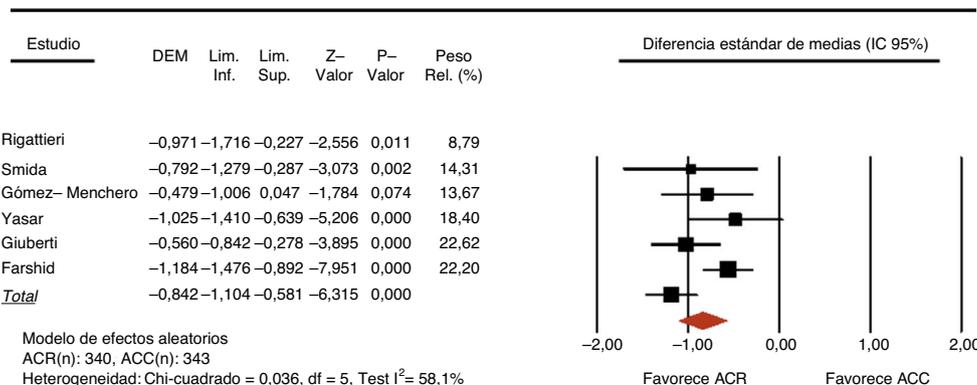


Figura 4 Diagrama de bosque que compara la radiación evaluada mediante *Kerma-aire* (mGy) entre la angiografía coronaria rotacional (ACR) y la angiografía coronaria convencional (ACC). DEM: diferencia estándar de medias; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; Inf.: inferior; Lim.: límite; Rel.: relativo; Sup.: superior.

Tiempo de fluoroscopia

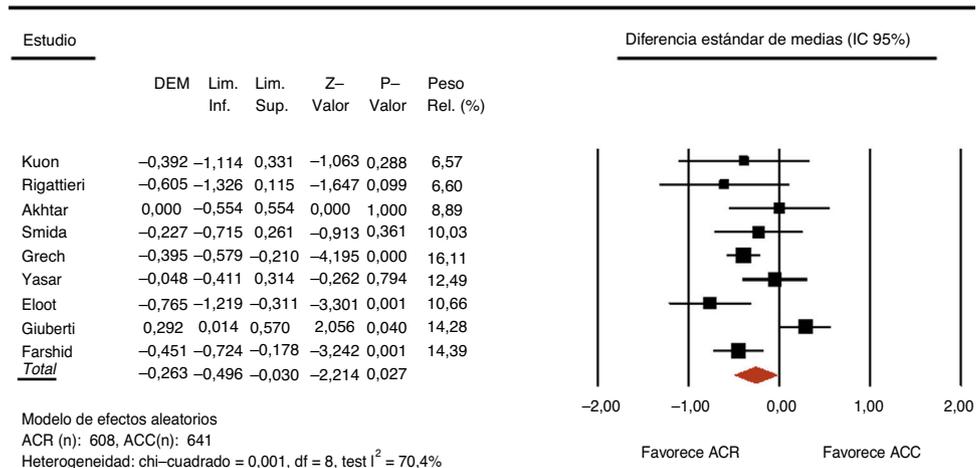


Figura 5 Diagrama de bosque comparando el *tiempo de fluoroscopia* (s) entre la angiografía coronaria rotacional (ACR) y la angiografía coronaria convencional (ACC) (IC 95%: Intervalo de confianza del 95%; DEM: diferencia estándar de medias; IC 95%: Intervalo de confianza del 95%; Inf.: inferior; Lim.: límite; Rel.: relativo; Sup.: superior.

Conclusiones

La realización de la ACR, en contraposición a la ACC, permite reducir el volumen de contraste administrado y la exposición a las radiaciones ionizantes en pacientes a los que se les realizan procedimientos coronarios invasivos.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación

No se recibió patrocinio de ningún tipo para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- McCullough PA, Wolyn R, Rocher LL, et al. Acute renal failure after coronary intervention: Incidence, risk factors, and relationship to mortality. *Am J Med.* 1997;103:368.
- Rihal CS, Textor SC, Grill DE, et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention. *Circulation.* 2002;105:2259–64.
- Karatzis EN, Danias PG. Exposure to ionizing radiation from cardiovascular imaging and therapeutic procedures may be a considerable unrecognized risk for subsequent cancer development. *J Am Coll Radiol.* 2008;5:694–5.
- Topol EJ, Nissen SE. Our preoccupation with coronary lumino-logy. The dissociation between clinical and angiographic findings in ischemic heart disease. *Circulation.* 1995;92:2333–42.
- Galbraith JE, Murphy ML, de Soyza N. Coronary angio-gram interpretation. Interobserver variability. *JAMA.* 1978;240:2053–6.
- Tommasini G, Camerini A, Gatti A, et al. Panoramic coronary angiography. *J Am Coll Cardiol.* 1998;31:871–7.
- Hudson PA, Klein AJ, Kim MS, et al. A novel dual-axis rota-tional coronary angiography evaluation of coronary artery disease-Case presentation and review. *Clin Cardiol.* 2010;33:E16–9.
- Loomba RS, Rios R, Buelow M, et al. Comparison of contrast volume, radiation dose, fluoroscopy time, and procedure time in previously published studies of rotational versus conventional coronary angiography. *Am J Cardiol.* 2015;116:43–9.
- Jüni P, Altman DG, Egger M. Systematic reviews in health care: Assessing the quality of controlled clinical trials. *BMJ.* 2001;323:42–6.
- Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health.* 1998;52:377–84.
- Kuon E, Niederst PN, Dahm JB. Usefulness of rotational spin for coronary angiography in patients with advanced renal insuffi-ciency. *Am J Cardiol.* 2002;90:369–73.
- Maddux JT, Wink O, Messenger JC, et al. Randomized study of the safety and clinical utility of rotational angiography ver-sus standard angiography in the diagnosis of coronary artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;62:167–74.
- Rigattieri S, Ghini AS, Silvestri P, et al. A randomized comparison between rotational and standard coronary angiography. *Minerva Cardioangi.* 2005;53:1–6.
- Akhtar M, Vakharia KT, Mishell J, et al. Randomized study of the safety and clinical utility of rotational vs. standard coronary angiography using a flat-panel detector. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005;66:43–9.
- Smida W, Sidéris G, Stratiev V, et al. Rotational coronary angio-graphy. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 2007;100:895–900.
- Garcia JA, Agostoni P, Green NE, et al. Rotational vs. standard coronary angiography: An image content analysis. *Catheter Car-diovasc Interv.* 2009;73:753–61.
- Empen K, Kuon E, Hummel A, et al. Comparison of rota-tional with conventional coronary angiography. *Am Heart J.* 2010;160:552–63.
- Klein AJ, Garcia JA, Hudson PA, et al. Safety and efficacy of dual-axis rotational coronary angiography vs. standard coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2011;77:820–7.
- Gómez-Menchero AE, Díaz JF, Sánchez-González C, et al. Comparison of dual-axis rotational coronary angiography (XPERSWING) versus conventional technique in routine practice. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2012;65:434–9.
- Liu HL, Jin ZG, Yang SL, et al. Randomized study on the safety and efficacy of dual-axis rotational versus standard coronary angiography. *Chin Med J (Engl).* 2012;125:1016–22.
- Grech M, Debono J, Xuereb RG, et al. A comparison between dual axis rotational coronary angiography and con-ventional coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80:576–80.
- Yasar AS, Perino AC, Dattilo PB, et al. Comparison of a safety strategy using transradial access and dual-axis rota-tional coronary angiography with transfemoral access and standard coronary angiography. *J Interv Cardiol.* 2013;26:524–9.
- Eloot L, Bacher K, Steenbeke F, et al. Three-dimensional rotational X-ray acquisition technique is reducing patients' can-cer risk in coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;82:E419–27.
- Giuberti RS, Caixeta A, Carvalho AC, et al. A randomized trial comparing dual axis rotational versus conventional coronary angiography in a population with a high prevalence of coronary artery disease. *J Interv Cardiol.* 2014;27:456–64.
- Farshid A, Chandrasekhar J, McLean D. Benefits of dual-axis rotational coronary angiography in routine clinical practice. *Heart Vessels.* 2014;29:199–205.
- Morris PD, Taylor J, Boutong S, et al. When is rotational angiography superior to conventional single-plane angiography for planning coronary angioplasty? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;87:E104–12.
- Hou SH, Bushinsky DA, Wish JB, et al. Hospital acquired renal insufficiency: A prospective study. *Am J Med.* 1983;74:243–8.
- Raposeiras-Roubín S, Abu-Assi E, Ocaranza-Sánchez R, et al. Dosing of iodinated contrast volume: A new simple algorithm to stratify the risk of contrast-induced nephropathy in patients with acute coronary syndrome. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;82:888–97.
- Faulkner K, Werduch A. An estimate of the collective dose to the European population from cardiac X-ray procedures. *Br J Radiol.* 2008;81:955–62.
- Chen J, Einstein A, Fazel R, et al. Cumulative exposure to ion-izing radiation from diagnostic and therapeutic cardiac imaging procedures. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56:702–11.
- Chida K, Kagaya K, Saito H, et al. Evaluation of patient radiation dose during cardiac interventional procedures: What is the most effective method? *Acta Radiol.* 2009;50:474–81.
- Bogaert E, Bacher K, Lemmens K, et al. A large-scale multi-centre study of patient skin doses in interventional cardiology: Dose-area product action levels and dose reference levels. *Br J Radiol.* 2009;82:303–12.
- Padovani R, Vano E, Trianni A, et al. Reference levels at Euro-pean level for cardiac interventional procedures. *Radiat Prot Dosimetry.* 2008;129:104–7.