

Senior-ROLLER: resultados relacionados con la edad de la modificación de la placa en la estenosis coronaria. Subanálisis del ROLLER COASTR-EPIC22

Joaquín Vila-García^{a,b,◇}, Mattia Basile^{a,b,◇}, Antonio Gómez-Menchero^c, Borja Rivero-Santana^{a,b}, Ignacio J. Amat-Santos^{d,e}, Santiago Jiménez-Valero^{a,b}, Juan Caballero-Borrego^f, Guillermo Galeote^{a,b}, Soledad Ojeda^{e,g}, Ariana González-García^{a,b}, Gema Miñana^{e,h}, Daniel Tébar-Márquez^{a,b}, Santiago Camacho-Freire^c, Jon Zubiaur^{a,b}, Raymundo Ocaranza-Sánchezⁱ, Antonio Domínguez^j, Raúl Moreno^{a,b,e} y Alfonso Jurado-Román^{a,b,e,*}

^a Servicio de Cardiología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^b Instituto de Investigación del Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ), Madrid, España

^c Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Juan Ramón Jiménez, Huelva, España

^d Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España

^e Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

^f Servicio de Cardiología, Hospital Universitario San Cecilio, Granada, España

^g Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Reina Sofía, Universidad de Córdoba, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba, Córdoba, España

^h Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario, INCLIVA, Universidad de Valencia, Valencia, España

ⁱ Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Lucus Augusti, Lugo, España

^j Servicio de Cardiología, Hospital Virgen de la Victoria, Málaga, España

RESUMEN

Introducción y objetivos: En el ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 se aleatorizó a 171 pacientes con lesiones coronarias con calcificación moderada a grave para ser tratados con intervención coronaria percutánea mediante aterectomía rotacional, litotricia intravascular o láser de excímeros (ELCA). El ensayo fundamental y su seguimiento a 1 año demostraron que no había diferencias significativas entre los 3 grupos en cuanto a éxito del procedimiento, complicaciones y eventos clínicos. Este subanálisis tuvo como objetivo describir los resultados estratificados por edad en pacientes sometidos a intervención coronaria percutánea con técnicas de modificación de placa.

Métodos: En un total de 171 pacientes (118 < 75 años y 53 ≥ 75 años) se comparó la expansión final del *stent* mediante tomografía de coherencia óptica utilizando un análisis por intención de tratar. Los objetivos secundarios fueron el área mínima del *stent*, el éxito angiográfico, de procedimiento y clínico, las complicaciones intrahospitalarias, la mortalidad por cualquier causa al año y los eventos cardiovasculares adversos mayores (MACE), incluida la muerte de causa cardiovascular, el infarto de miocardio del vaso tratado, la revascularización de la lesión tratada y la trombosis del *stent*.

Resultados: Las características basales y la asignación del tratamiento fueron similares entre los grupos. La expansión final del *stent* fue del 85 ± 17,1% en los pacientes < 75 años y del 84 ± 18,9% en aquellos ≥ 75 años (p = 0,76). Al año, la cohorte ≥ 75 años presentó una tasa de MACE significativamente más alta (11,3 frente a 1,7%; p = 0,01), así como de mortalidad por todas las causas (9,4 frente a 0,85%; p = 0,01).

Conclusiones: Los pacientes ancianos lograron resultados procedimentales similares a los más jóvenes, pero con tasas más altas de MACE y de mortalidad por cualquier causa en el seguimiento a 1 año.

Palabras clave: Aterectomía rotacional. Litotricia intravascular. Aterectomía coronaria con láser de excímeros. Calcificación coronaria. Tomografía de coherencia óptica. Pacientes ancianos.

◇ Estos autores han contribuido por igual a este artículo.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alfonsojuradoroman@gmail.com (A. Jurado-Román).

✉ @JuradoRomanAl

Recibido el 9 de diciembre de 2025. Aceptado el 25 de marzo de 2026.

Full English text available from: <https://www.recintervcardiol.org/en>.

2604-7306 / © 2026 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Permanyer Publications. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.

Senior-ROLLER: age-related outcomes of plaque modification in coronary stenosis. Subanalysis of the ROLLER COASTR-EPIC22

ABSTRACT

Introduction and objectives: The ROLLER COASTR-EPIC22 trial randomized 171 patients with moderate-to-severe calcified coronary lesions to undergo percutaneous coronary intervention with rotational atherectomy, intravascular lithotripsy, or excimer laser. This trial and its 1-year follow-up demonstrated no significant differences among the 3 arms in terms of procedural success, complications and clinical outcomes. This subanalysis aimed to describe age-related outcomes among patients undergoing percutaneous coronary intervention with plaque-modification techniques.

Methods: Of 171 patients (118 < 75 years; 53 ≥ 75 years), we compared final stent expansion by optical coherence tomography using an intention-to-treat analysis. Secondary endpoints included minimum stent area, angiographic, procedural, and clinical success, in-hospital complications, 1-year all-cause mortality, and major adverse cardiovascular events (MACE), including cardiac death, target vessel myocardial infarction, target lesion revascularization, and stent thrombosis.

Results: Baseline characteristics and treatment allocation were similar among groups. Final stent expansion was 85 ± 17.1 % in patients < 75 vs 84 ± 18.9 % in those ≥ 75 ($P = .76$). Minimum stent area, procedural success, and in-hospital complications were comparable. At 1 year, the ≥ 75 cohort had significantly higher MACE (11.3% vs 1.7%; $P = .01$) and all-cause mortality (9.4% vs 0.9%; $P = .01$).

Conclusions: Elderly patients achieved similar procedural outcomes as younger patients, but higher rates of MACE and all-cause mortality at 1-year follow-up.

Keywords: Rotational atherectomy. Intravascular lithotripsy. Excimer laser coronary angioplasty. Coronary calcification. Optical coherence tomography. Elderly patients.

Abreviaturas

ELCA: aterectomía coronaria con láser de excímeros. **ICP:** intervención coronaria percutánea. **LIV:** litotricia intravascular. **MACE:** eventos cardiovasculares adversos mayores. **OCT:** tomografía de coherencia óptica. **TMP:** técnica de modificación de placa.

INTRODUCCIÓN

La calcificación coronaria representa un desafío significativo durante la intervención coronaria percutánea (ICP), ya que reduce la tasa de éxito de la intervención y aumenta el riesgo de complicaciones. La presencia de calcio limita la expansión óptima del *stent* y está asociada a la reestenosis, trombosis del *stent* y necesidad de revascularización de la lesión diana¹⁻³. Para optimizar los resultados en este contexto, se han desarrollado diversas técnicas de modificación de placa (TMP). Tradicionalmente, la aterectomía rotacional se ha considerado el estándar de referencia para el tratamiento de lesiones calcificadas resistentes. No obstante, la aparición de nuevas tecnologías, como la litotricia intravascular (LIV), junto al renovado interés en la aterectomía coronaria con láser de excímeros (ELCA), ha ampliado considerablemente las opciones terapéuticas disponibles⁴⁻⁷.

El ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 fue el primer estudio aleatorizado en comparar directamente la aterectomía rotacional, la LIV y la ELCA en pacientes con enfermedad coronaria calcificada de moderada a grave. El éxito de la intervención, el perfil de seguridad y los desenlaces clínicos al año fueron comparables entre las 3 estrategias⁸.

Los pacientes de edad avanzada (≥ 75 años), que suelen presentar una mayor comorbilidad y anatomías coronarias complejas, siguen estando infrarrepresentados en los ensayos clínicos. En este grupo se observa un mayor riesgo procedimental y una mayor mortalidad a largo plazo⁹. En este contexto, se realizó un análisis *post hoc* del ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 con el objetivo de evaluar el impacto de la edad en los resultados de la ICP en estenosis coronarias calcificadas de moderadas a graves mediante TMP contemporáneas. En concreto, se compararon la expansión del *stent*, el éxito de la intervención, las complicaciones intrahospitalarias y los resultados clínicos al año entre pacientes < 75 y ≥ 75 años. Aunque se llevaron a cabo análisis exploratorios de las distintas TMP dentro

de cada estrato de edad, estos no contaron con el potencial estadístico suficiente como para poder establecer comparaciones formales entre las diferentes técnicas.

MÉTODOS

Diseño del estudio y población

El ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 fue un estudio aleatorizado multicéntrico (NCT04181268) que se llevó a cabo en 8 centros de alto volumen en España¹¹. Los criterios completos de inclusión y exclusión, así como el proceso de aleatorización y los detalles de la intervención ya se han descritos previamente¹¹. En resumen, los pacientes elegibles presentaban calcificación coronaria de moderada a grave determinada mediante coronariografía. Se excluyeron todas las lesiones culpables de síndromes coronarios agudos con elevación del segmento ST. Todos los pacientes dieron su consentimiento informado por escrito previo a su participación en el estudio. Los pacientes incluidos fueron aleatorizados en proporción 1:1:1 a aterectomía rotacional, LIV o ELCA entre julio de 2019 y diciembre de 2023^{10,11}.

Estratificación y objetivos

El presente estudio es un análisis *post hoc* estratificado por edad. Se estratificó a los pacientes en 2 grupos: < 75 años (n = 118) y ≥ 75 años (n = 53). Las comparaciones realizadas dentro de estos subgrupos de edad son exploratorias y se deben interpretar como descriptivas más que confirmatorias.

El objetivo primario fue la expansión del *stent* evaluada mediante tomografía de coherencia óptica (OCT), definida como el área mínima del *stent* dividida por el área luminal media de referencia y analizada según el principio por intención de tratar¹¹.

Los objetivos secundarios incluyeron el éxito angiográfico (grado de flujo TIMI final 3, evaluado como un porcentaje de estenosis por diámetro residual < 20 y $< 30\%$), el éxito de la intervención (definido como éxito angiográfico en ausencia de complicaciones perioperatorias mayores), el éxito clínico (éxito de la intervención libre de eventos cardiovasculares adversos mayores intrahospitalarios [MACE]), el éxito del dispositivo (definido como la consecución de una adecuada modificación de la placa con el dispositivo inicial sin necesidad de una segunda TMP avanzada), el área mínima del *stent* evaluada por OCT y la incidencia de complicaciones intrahospitalarias¹¹.

Las complicaciones perioperatorias mayores se definieron como muerte, perforación, disección limitante del flujo, cierre abrupto del vaso o trombosis del *stent*. Los MACE se definieron como un compuesto de mortalidad cardiovascular, infarto de miocardio del vaso diana, revascularización de la lesión diana y trombosis definitiva o probable del *stent*¹¹.

Intervenciones e imágenes

Las intervenciones, ya descritas previamente, se realizaron de conformidad con las recomendaciones más recientes establecidas por las guías de práctica clínica europeas¹⁰. Se recomendó la obtención de imágenes mediante OCT antes y después de la TMP con el fin de caracterizar la lesión. Se permitió la predilatación con balones de perfil bajo para facilitar el cruce del catéter de OCT antes de la TMP. Tras la modificación de la placa, se llevó a cabo el implante y optimización del *stent* farmacológico, seguido de una OCT final obligatoria. Los protocolos de adquisición de imágenes OCT y optimización del *stent* ya se han descrito previamente¹¹.

Tanto la aterectomía rotacional como la LIV y la ELCA se realizaron de conformidad con las recomendaciones actuales e instrucciones de uso de los dispositivos, tal y como se ha descrito previamente^{6,12,13}.

Análisis estadístico

Los análisis principales se realizaron en la población por intención de tratar. También se llevó a cabo un análisis adicional basado en la última TMP utilizada. Las variables continuas se expresaron como media \pm desviación estándar cuando presentaron distribución normal o como mediana [RIC] en caso contrario y las categóricas, como recuentos y porcentajes. Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante la prueba de la χ^2 o la prueba exacta de Fisher para las variables categóricas y la prueba t de Student o la prueba U de Mann-Whitney para las continuas. La no inferioridad de la LIV y la ELCA frente a la aterectomía rotacional en lo referente a la expansión del *stent* se evaluó mediante una prueba t unilateral frente a un margen de no inferioridad preespecificado del -7% . Este margen, adoptado del ensayo fundamental ROLLER COASTR-EPIC22, fue establecido *a priori* por el comité directivo como la mínima diferencia absoluta en la expansión del *stent* considerada clínicamente relevante, basándose en estudios previos^{11,14,15}. La significación estadística se estableció en $p < 0,05$ ^{10,11}.

Teniendo en cuenta el carácter exploratorio de este análisis *post hoc* estratificado por edad y el tamaño muestral relativamente reducido del subgrupo de edad avanzada, no se aplicó ajuste formal por comparaciones múltiples. Dado el elevado número de comparaciones realizadas (2 grupos de edad, 3 TMP y múltiples variables de resultado procedimentales y clínicas), el uso de correcciones conservadoras como la de Bonferroni habría reducido de forma sustancial el potencial estadístico y aumentado el riesgo de error de tipo II. En su lugar, se presentan todas las estimaciones de efecto acompañadas de sus intervalos de confianza del 95% y valores exactos de p, con el fin de facilitar una interpretación adecuada de los resultados. En este sentido, los hallazgos derivados de los análisis por subgrupos se deben considerar generadores de hipótesis y no confirmatorios.

Tabla 1. Características clínicas basales

Variable	< 75 años (n = 118)	≥ 75 años (n = 53)	p
Edad	66,8 \pm 6,4	79,7 \pm 3,7	< 0,01
Varón	93 (79,5)	39 (73,6)	0,51
IMC (kg/m ²)	28,5 \pm 4,3	27,0 \pm 3,8	0,04
Fumador activo	39 (33,1)	8 (15,1)	0,02
Diabetes mellitus	57 (48,3)	27 (50,9)	0,92
Hipertensión	93 (78,8)	43 (81,1)	0,97
Dislipemia	86 (72,9)	40 (75,5)	0,93
ICP previa	40 (33,9)	16 (30,2)	0,73
CABG previa	4 (3,4)	2 (3,8)	1
FEVI	54,8 \pm 10,9	54,9 \pm 10,7	0,96
Creatinina sérica (mg/dl)	1,2 \pm 1,2	1,2 \pm 1,0	0,95
Hemoglobina (g/l)	13,5 \pm 2,0	12,8 \pm 1,8	0,04
Presentación clínica			0,08
SCC	77 (65,3)	29 (54,7)	
Angina inestable	12 (10,2)	10 (18,8)	
IAMSEST	18 (15,2)	12 (22,6)	
IAMCEST	8 (6,8)	0 (0)	

CABG: cirugía de revascularización coronaria; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IAMCEST: infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST; IAMSEST: infarto de miocardio sin elevación del segmento ST; ICP: intervención coronaria percutánea; IMC: índice de masa corporal; SCC: síndrome coronario crónico. Los datos expresan n (%) o media \pm desviación estándar. Todos los parámetros angiográficos fueron medidos en un laboratorio central independiente, cegado al grupo de tratamiento.

Debido al bajo número de episodios, la supervivencia se evaluó mediante curvas de Kaplan-Meier y se comparó utilizando la prueba de *log-rank*. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el *software* R, versión 4,3,2 (R Foundation for Statistical Computing, Austria).

RESULTADOS

Asignación de pacientes y características basales

Se incluyó a 171 pacientes, 118 (69%) de los cuales tenían menos de 75 años (media de edad: 66,8 \pm 6,4 años; 79,5% varones) y 53 (31%) ≥ 75 años (media de edad: 79,7 \pm 3,7 años; 73,6% varones). En los pacientes < 75 años (n = 118), la media de edad fue de 66,8 \pm 6,4 años (mediana: 68; RIC: 64-71; rango: 44-74). En el grupo ≥ 75 años (n = 53) la media de edad fue de 79,7 \pm 3,7 años (mediana: 79; RIC: 77-82; rango: 75-89) (tabla S1 y figura S1).

Las características clínicas basales fueron, en general, parecidas entre ambos grupos de edad, incluida la prevalencia de diabetes, hipertensión y revascularización previa. No obstante, los pacientes de mayor edad presentaron una menor prevalencia de tabaquismo activo (15,1 frente al 33,6%; $p = 0,02$), un índice de masa corporal más bajo (27,0 \pm 3,8 frente a 28,5 \pm 4,3 kg/m²; $p = 0,04$) y niveles, también más bajos, de hemoglobina (12,8 \pm 1,8 frente a 13,5 \pm 2,0 g/l; $p = 0,04$). No se observaron diferencias significativas en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo ni en los niveles de creatinina

basal, así como tampoco en la forma de presentación clínica, aunque los pacientes de mayor edad mostraron una tendencia hacia una presentación más frecuente como síndrome coronario agudo (tabla 1).

Datos angiográficos y de la intervención

Tanto los vasos diana como las características de las lesiones, incluida la gravedad y la longitud de la calcificación, fueron comparables entre los grupos de edad y los grupos de tratamiento. La mayoría de las intervenciones se realizaron mediante abordaje radial (> 80%) y la asignación del tratamiento estuvo bien equilibrada entre los grupos de edad. No se observaron diferencias relacionadas con la edad en la duración de la intervención ni en el tamaño de las vainas introductoras, así como tampoco en el uso de ICP *ad hoc*. Tanto los detalles angiográficos como las intervenciones se resumen en la tabla S2.

Hallazgos por OCT

La OCT opcional previa a la modificación de placa se realizó en 39 de 118 pacientes < 75 años (33,1%) y en 20 de 53 pacientes ≥ 75 años (37,7%), sin observarse diferencias significativas entre los grupos de edad ($p = 0,67$).

Se obtuvieron adquisiciones finales de OCT en más del 75% de los pacientes. Los parámetros de calcificación evaluados mediante OCT, analizados por un laboratorio central independiente, mostraron de forma consistente una carga cálcica alta en todos los casos, sin observarse diferencias significativas entre los grupos de edad ni entre las modalidades de tratamiento. Los hallazgos de la OCT se muestran en la tabla S3.

Objetivos primarios y secundarios

No se observaron diferencias significativas entre los grupos en la expansión final del *stent*, el área mínima del *stent* ni el porcentaje final de estenosis residual por diámetro (tabla 2, figura S2). Las tasas de éxito angiográfico, procedimental y clínico superaron el 90% (definido como un porcentaje de estenosis residual por diámetro < 30%) en ambos grupos de edad, sin diferencias según la técnica empleada (tabla 2, figura 1).

En los pacientes ≥ 75 años, los valores medios de expansión del *stent* fueron, por lo general, similares entre las 3 TMP, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre estas técnicas; no obstante, los IC95% fueron amplios debido al reducido tamaño muestral de cada subgrupo (tabla S3). Los análisis exploratorios de las diferencias medias en la expansión del *stent* entre las distintas técnicas coincidieron con los resultados del ensayo global ROLLER COASTR-EPIC22, aunque sin potencial estadístico en esta cohorte estratificada por edad, por lo que se deben interpretar únicamente como generadores de hipótesis (figura 2 y tabla S4).

En líneas generales, la tasa de éxito del dispositivo fue del 88,3%, sin observarse diferencias relevantes según la edad: 89,7% en < 75 años frente a 85,7% en ≥ 75 años ($p = 0,76$). Las causas de cruce de tratamiento variaron según el dispositivo: como en el ensayo pivotal, en el grupo tratado mediante aterectomía rotacional la mayoría de los cruces se debieron a una dilatación insuficiente de la lesión tras dicha intervención, mientras que en los grupos tratados mediante LIV y ELCA la causa principal fue la imposibilidad de cruzar la lesión con el balón o catéter láser específico (figura S3 y tabla S5). Las complicaciones intrahospitalarias (perforaciones, hemorragias, muerte) fueron poco frecuentes y similares entre los grupos de edad (tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la intervención y complicaciones

Variable	< 75 años (n = 118)	≥ 75 años (n = 53)	p
<i>Éxito teniendo en cuenta un porcentaje de estenosis residual por diámetro < 30%</i>			
Angiográfico	112 (94,9)	49 (92,5)	0,78
Procedimental	108 (91,5)	49 (92,5)	1,00
Clínico	108 (91,5)	48 (90,6)	1,00
<i>Éxito teniendo en cuenta un porcentaje de estenosis residual por diámetro < 20%</i>			
Angiográfico	87 (73,7)	42 (79,2)	0,56
Procedimental	83 (70,3)	42 (79,2)	0,30
Clínico	83 (70,3)	41 (77,4)	0,44
<i>Grado de flujo TIMI final</i>			0,63
0	1 (0,8)	0	
1	0	0	
2	1 (0,8)	0	
3	116 (98,3)	53 (100)	
<i>Porcentaje final de estenosis por diámetro (%)</i>	14,7 ± 11,5	12,8 ± 10,9	0,30
<i>ES final (%)</i>	85,0 ± 17,1	84,0 ± 18,9	0,76
Complicaciones			
<i>Complicaciones graves asociadas a la intervención</i>			
Mortalidad	0 (0)	0 (0)	–
Perforación	4 (3,4)	0 (0)	0,42
Diseción con limitación de flujo	0 (0)	0 (0)	–
Cierre abrupto del vaso	0 (0)	0 (0)	–
Trombosis del <i>stent</i>	0 (0)	0 (0)	–
<i>Diseción</i>			
A	3 (2,5)	1 (1,9)	1,00
B	0 (0)	2 (3,8)	0,18
D	1 (0,8)	1 (1,9)	1,00
<i>Flujo lento/no-reflow</i>	1 (0,8)	1 (1,9)	1,00
<i>Oclusión de rama lateral</i>	0 (0)	1 (1,9)	0,68
<i>Complicaciones durante el ingreso</i>			
Mortalidad	0 (0)	1 (1,9)	0,68
Mortalidad cardiovascular	0 (0)	1 (1,9)	0,68
Revascularización de la lesión diana	0 (0)	0 (0)	–
Trombosis del <i>stent</i>	0 (0)	0 (0)	–
Accidente cerebrovascular	0 (0)	0 (0)	–
Hemorragia BARC ≥ 3b	0 (0)	1 (1,9)	0,68

BARC: Bleeding Academic Research Consortium; ES: expansión del *stent*; TIMI: Thrombolysis in Myocardial Infarction.

Los datos expresan n (%) o media ± desviación estándar. Las complicaciones graves asociadas a la intervención se definieron como mortalidad, perforación, diseción con limitación de flujo, cierre abrupto del vaso o trombosis del *stent*.

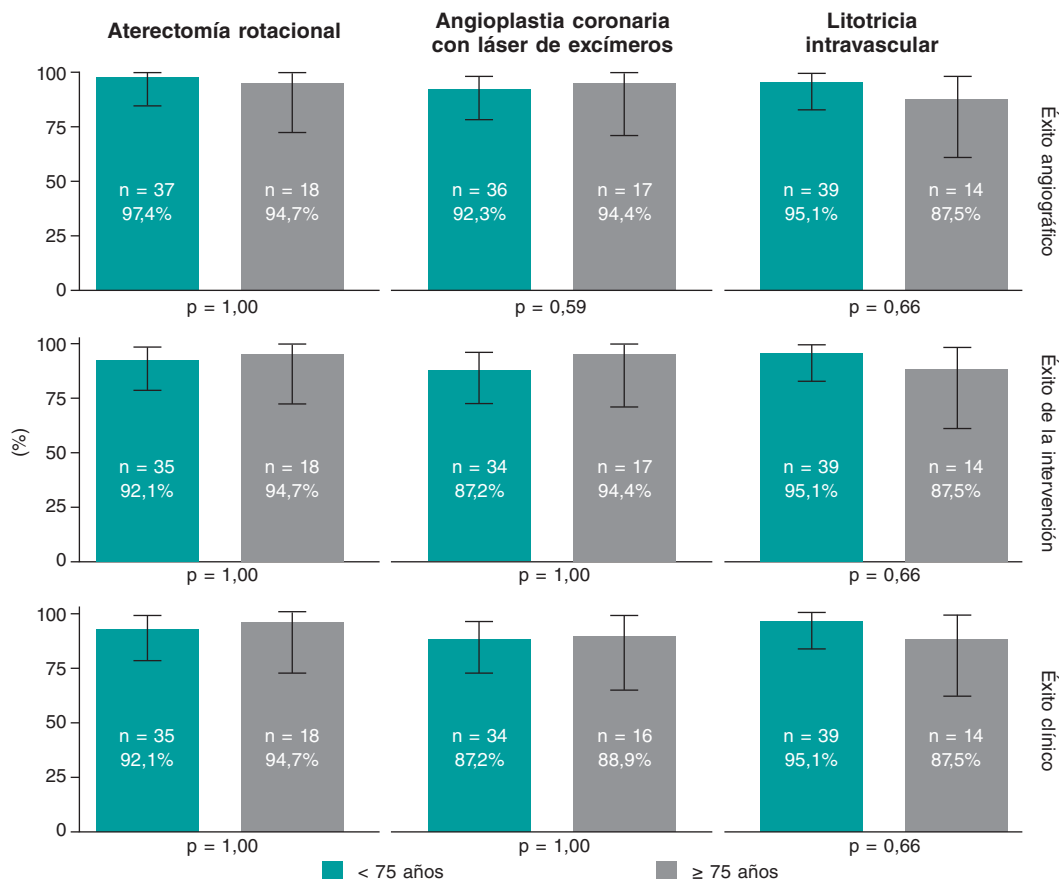


Figura 1. Éxito angiográfico, procedimental y clínico de cada técnica. El éxito angiográfico se definió como un grado de flujo TIMI final 3 (porcentaje de estenosis residual por diámetro < 30%). El éxito procedimental se consideró como éxito angiográfico sin complicaciones perioperatorias mayores. El éxito clínico se definió como éxito procedimental sin eventos cardiovasculares adversos mayores intrahospitalarios.

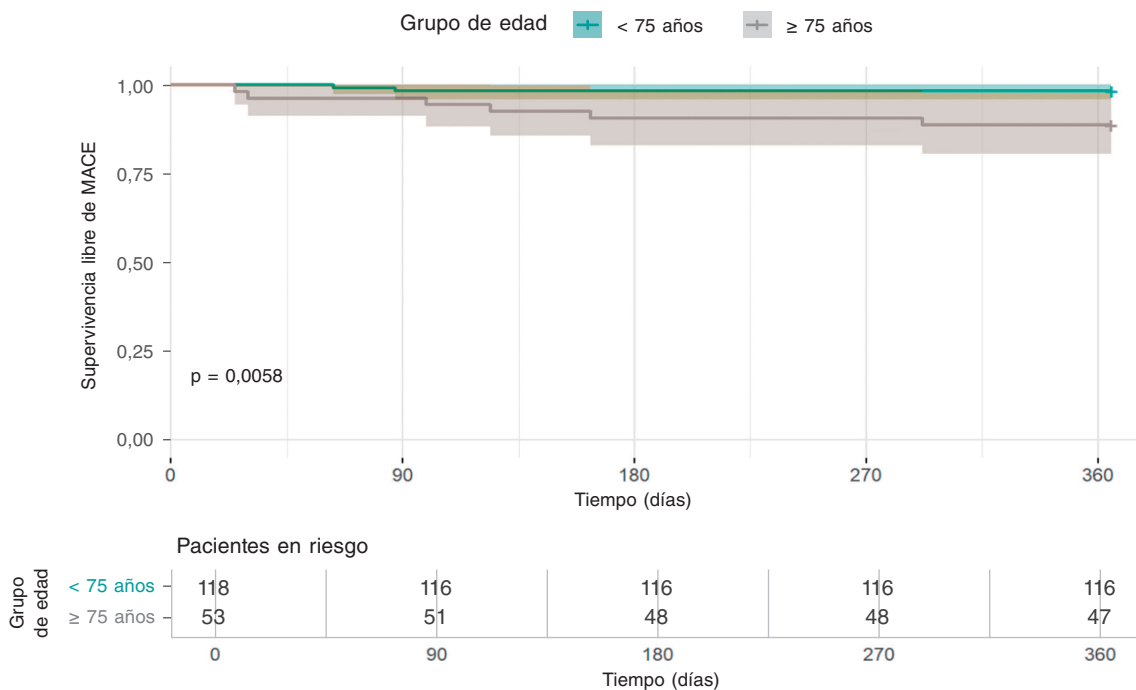


Figura 2. Supervivencia libre de MACE al año. Curvas de Kaplan-Meier que muestran la ausencia de MACE a 1 año en la población por intención de tratar. Los MACE se definieron como un compuesto de mortalidad cardiovascular, infarto de miocardio del vaso diana, revascularización de la lesión diana y trombotosis del *stent*. MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores.

Tabla 3. Incidencias de episodios al año

Episodio	< 75 años	≥ 75 años	p
MACE	2 (1,7)	6 (11,3)	0,01
Mortalidad por cualquier causa	1 (0,9)	5 (9,4)	0,01
Mortalidad cardiovascular	0 (0,00)	2 (3,8)	0,10
IMVD	0 (0,00)	2 (3,8)	0,10
RLD	1 (0,9)	2 (3,8)	0,23
RVD	2 (1,7)	4 (7,6)	0,08
TS	0 (0,00)	2 (3,8)	0,10

MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores; TS: trombosis del *stent*; RLD: revascularización de la lesión diana; IMVD: infarto de miocardio del vaso diana; RVD: revascularización del vaso diana.

Los datos expresan n (%).

Los MACE se definieron como un compuesto de mortalidad cardiovascular, infarto agudo de miocardio del vaso diana, revascularización de la lesión diana y trombosis del *stent*. Los valores de p se calcularon mediante pruebas de *log-rank* a partir de comparaciones de Kaplan-Meier.

En el seguimiento a 1 año (tabla 3, figura 2), los pacientes ≥ 75 años presentaron una incidencia más alta de MACE que aquellos < 75 años (11,3 frente al 1,7%; p = 0,01). El índice de mortalidad por cualquier causa también fue más alto en el grupo de mayor edad (9,4 frente al 0,9%; p = 0,01).

Aunque menos frecuentes, cada uno de los componentes del objetivo compuesto fue numéricamente más elevado en pacientes ≥ 75 años sin alcanzar significación estadística: mortalidad cardiovascular (11,3 frente al 0%; p = 0,1), infarto de miocardio del vaso diana (3,8 frente al 0%; p = 0,1), revascularización de la lesión diana (3,8 frente al 0,8%; p = 0,23), revascularización del vaso diana (7,5 frente al 1,7%; p = 0,08) y trombosis del *stent* (3,8 frente al 0%; p = 0,10).

En un modelo de regresión logística multivariable que incluyó edad ≥ 75 años, anemia, presentación como síndrome coronario agudo y disfunción renal, la edad ≥ 75 años se mantuvo como el predictor más sólido de los objetivos a 1 año. En lo referente a los MACE, la edad ≥ 75 años se asoció a un OR ajustado de 7,4 (IC95%, 1,5–53,9; p = 0,02), mientras que ninguna de las otras covariables mostró una asociación independiente significativa con el objetivo compuesto. En el caso de la mortalidad por cualquier causa, el OR ajustado para la edad ≥ 75 años fue de 10,7 (IC95%, 1,5–218,7; p = 0,04), sin observarse un efecto independiente significativo del resto de covariables. Estos hallazgos se muestran en la tabla S6 y figura S4.

DISCUSIÓN

En este análisis *post hoc* estratificado por edad del ensayo ROLLER COASTR-EPIC22, con seguimiento a 1 año, se observó que tanto la seguridad global como la eficacia de las TMP fueron consistentes entre los distintos grupos de edad. No obstante, al año de seguimiento, los pacientes de mayor edad presentaron una incidencia más alta de MACE (11,3 frente al 1,7%; p = 0,01) y mortalidad por cualquier causa (9,4 frente al 0,9%; p = 0,01), a pesar de registrar un índice similar de complicaciones intrahospitalarias.

Tras el ajuste por anemia, presentación como síndrome coronario agudo y disfunción renal, la edad ≥ 75 años se mantuvo como un factor asociado a un mayor riesgo de MACE y mortalidad por cualquier causa al año. Ninguna de las covariables incluidas en el modelo de ajuste mostró una asociación independiente significativa, lo que sugiere que factores no medidos estrechamente ligados al envejecimiento, como la fragilidad, podrían explicar gran parte del exceso de riesgo observado en los pacientes de mayor edad.

La evidencia procedente de ensayos aleatorizados que comparen de forma directa las TMP contemporáneas en enfermedad coronaria calcificada sigue siendo escasa. El ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 fue el primero en aleatorizar a los pacientes a aterectomía rotacional, LIV o ELCA¹⁰. Aunque estudios previos centrados en dispositivos específicos y registros han demostrado la viabilidad de cada una de estas técnicas, no hay ninguno que haya analizado las 3 dentro de un mismo marco aleatorizado¹⁶⁻¹⁸.

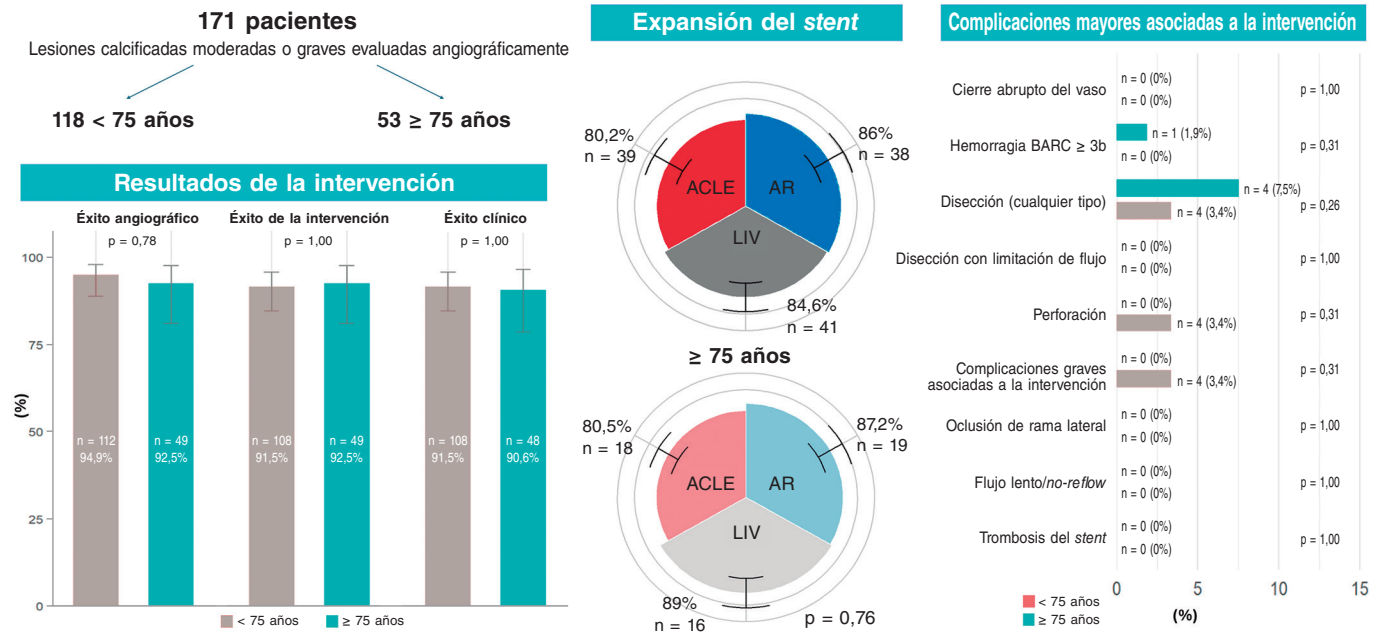
La calcificación coronaria se asocia de forma independiente al riesgo de mortalidad a largo plazo. Además, la edad no solo es un predictor clave de la calcificación coronaria, sino también un predictor independiente de MACE, con independencia de la carga de calcio¹⁹. No obstante, los pacientes de edad avanzada están infrarrepresentados en los estudios sobre TMP, lo que limita la evidencia disponible para guiar la elección de la estrategia óptima en este grupo. En el caso de la aterectomía rotacional, aunque la evidencia en pacientes de edad avanzada es escasa, los datos retrospectivos sugieren tasas similares de éxito y complicaciones intrahospitalarias a las que se observan en pacientes más jóvenes²⁰. Asimismo, el registro prospectivo BENELUX-IVL ha demostrado un perfil de seguridad adecuado y confirmado el éxito técnico de la LIV en pacientes ≥ 80 años²¹. No obstante, la ELCA no se ha estudiado específicamente en la población anciana.

La selección de pacientes de edad avanzada a efectos de revascularización exige un equilibrio cuidadoso entre beneficios y riesgos. La presencia de comorbilidades (anemia, enfermedad renal crónica, síndrome coronario agudo) acompañada de una menor reserva fisiológica incrementa la complejidad clínica y puede limitar la indicación de revascularización en esta población^{22,23}. Nuestros hallazgos respaldan que la edad cronológica por sí sola no debería ser un criterio de exclusión de la revascularización, ya que las TMP han demostrado ser eficaces y seguras cuando las realizan hemodinamistas experimentados, con independencia de la edad. No obstante, estos resultados se deben interpretar con cautela debido al tamaño muestral limitado y al carácter exploratorio *post hoc* del análisis estratificado por edad. La importancia de la experiencia del hemodinamista en el uso de TMP en escenarios complejos ha sido destacada por el programa de ensayos CRATER, que evaluó la aterectomía rotacional en pacientes con enfermedad renal crónica y lesiones fuertemente calcificadas, mostró tasas elevadas de éxito procedimental, pero también una incidencia significativa de episodios perioperatorios y a largo plazo, en gran medida atribuible al elevado riesgo basal de esta población^{24,25}.

Se debe mencionar que nuestro análisis no sugiere un aumento de las complicaciones perioperatorias en pacientes de edad avanzada. No obstante, el estudio carece del potencial estadístico suficiente para establecer comparaciones por subgrupos y los IC95%, fueron amplios, especialmente en el subgrupo de ELCA de pacientes ancianos. Por ello, abogamos por una selección cuidadosa de pacientes, basada en la evaluación del riesgo preoperatorio y las comorbilidades; no obstante, las TMP deben emplearse siempre y cuando sea necesario para una preparación adecuada de la lesión, con el objetivo de optimizar la expansión del *stent* y evitar un implante subóptimo del mismo, factor bien reconocido en la génesis de episodios que clínicos adversos.

En nuestra cohorte, los pacientes de edad avanzada presentaron tasas de éxito procedimental, expansión del *stent* y resultados de seguridad intrahospitalaria comparables a los de los pacientes más jóvenes. No obstante, presentaron incidencias mucho más altas de MACE y mortalidad por cualquier causa al año. Este patrón coincide con los datos extraídos de los ensayos e-ULTIMASTER y MOSCA FRAIL, en los que la fragilidad, más que la edad cronológica, emergió como el principal determinante de resultados adversos en adultos mayores sometidos a ICP^{26,27}. En términos globales, estos datos refuerzan que las decisiones de revascularización en pacientes de edad avanzada no deben basarse exclusivamente en la edad, sino que deben integrar la evaluación de la fragilidad, la capacidad funcional y las

Senior-ROLLER

Senior-ROLLER: resultados asociados a la edad de la modificación de placa en la estenosis coronaria
Subanálisis del ROLLER COASTR-EPIC22

Los pacientes ≥ 75 años alcanzaron una expansión del stent y tasas de éxito de la intervención parecidas a las de los pacientes < 75 años, sin un aumento de las complicaciones intrahospitalarias.

A pesar de resultados iniciales similares, las incidencias de MACE y mortalidad por cualquier causa al año fueron más altas en los pacientes de edad avanzada.

Aunque, en la actualidad, la modificación de placa guiada por imágenes es una intervención viable en adultos mayores, los resultados a largo plazo parecen estar condicionados por la vulnerabilidad del paciente, lo que subraya la necesidad de realizar nuevos estudios sobre estrategias basadas en la fragilidad.

Figura 3. Figura central. Senior-ROLLER: resultados asociados a la edad de la modificación de placa en la estenosis coronaria. El éxito procedimental, la expansión del stent y las complicaciones mayores del procedimiento fueron similares en pacientes < 75 y ≥ 75 años; no obstante, las incidencias de MACE y mortalidad por cualquier causa al año fueron más altas en los pacientes de edad avanzada, lo que resalta la necesidad de una selección cuidadosa de pacientes y estrategias terapéuticas individualizadas. AR: aterectomía rotacional; BARC: *Bleeding Academic Research Consortium*; ELCA: aterectomía coronaria con láser de excimeros; LIV: litotricia intravascular; MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores.

comorbilidades, con el fin de individualizar el balance beneficio-riesgo de una estrategia invasiva. En este sentido, la ausencia de índices formales de fragilidad en nuestro estudio supone una limitación importante. Futuros ensayos en pacientes ancianos sometidos a ICP complejas deberían incorporar de forma prospectiva herramientas estandarizadas de evaluación de la fragilidad para mejorar la selección de pacientes y la adecuación del tratamiento.

En el subgrupo de pacientes con OCT basal disponible, no observamos diferencias relevantes en la carga ni en la morfología del calcio ni en la gravedad angiográfica o la extensión de la enfermedad entre pacientes < 75 y ≥ 75 años. Esto sugiere que el proceso de calcificación subyacente es biológicamente similar entre los grupos de edad, aunque su expresión clínica difiera en el tiempo. También coincide con los resultados comparables en la expansión del stent y el área mínima del stent observados tras la intervención en ambos grupos. No obstante, a pesar de una optimización similar del stent, el grupo ≥ 75 años presentó incidencias más altas de trombosis del stent definitiva o probable y mortalidad cardiovascular al año (3,8%), un hallazgo clínicamente relevante en este contexto. Dado que la infraexpansión por sí sola probablemente no explique completamente estos episodios, es posible que factores asociados a la edad, como una mayor carga de comorbilidad y fragilidad, un estado protrombótico y una menor reserva

miocárdica, pudiesen haber contribuido al mayor riesgo descrito en pacientes de mayor edad, incluso tras resultados angiográficos y guiados por OCT aparentemente adecuados.

Los ensayos aleatorizados contemporáneos sobre TMP (como el ROTAXUS, el PREPARE-CALC, el ISAR-CALC 2 o el ECLIPSE) incluyen pacientes con una media de edad cercana a los 70 años, pero ninguno informa resultados específicos en pacientes ≥ 75 años, lo que limita su extrapolación a poblaciones de mayor edad²⁸⁻³². Nuestro análisis contribuye a reducir esta laguna de conocimiento al sugerir un perfil adecuado de seguridad y éxito procedimental de las TMP en pacientes ancianos. No obstante, debido a la naturaleza no preespecificada de este análisis, los resultados se deben interpretar como generadores de hipótesis. Futuros estudios aleatorizados deberían incorporar medidas objetivas de fragilidad y capacidad funcional y un seguimiento prolongado que permita evaluar tanto los resultados procedimentales como los desenlaces a largo plazo en esta población creciente.

Limitaciones del estudio

Este estudio presenta varias limitaciones que tener en cuenta. En primer lugar, se trata de un análisis *post hoc*, por lo que los hallazgos

deben considerarse generadores de hipótesis más que definitivos. En segundo lugar, y teniendo en cuenta la estratificación por edad no se preespecificó en el diseño del ensayo, el estudio carece del potencial estadístico necesario para establecer comparaciones por subgrupos basadas en la edad. Además, el número relativamente reducido de pacientes ≥ 75 años limita la extrapolación de los resultados.

En tercer lugar, no se evaluaron el estado de fragilidad ni la capacidad funcional, factores clave en los resultados en pacientes de edad avanzada, lo que reduce la granularidad clínica de los hallazgos.

En cuarto lugar, el estudio no contó con el potencial estadístico necesario para detectar diferencias en los episodios clínicos, razón por la cual estos resultados se deben interpretar con cautela debido al número limitado de episodios.

En quinto lugar, no se dispuso de imágenes OCT postratamiento en algo más del 20% de los pacientes, con mayor cantidad de datos faltantes en el grupo ≥ 75 años. Este patrón de datos faltantes podría haber introducido un sesgo de selección, ya que los pacientes sin OCT postoperatoria analizable podrían diferir sistemáticamente de aquellos con estudios completos, lo que, a su vez, limita la validez interna y extrapolación de los resultados sobre la expansión del *stent*, especialmente en el subgrupo de mayor edad.

En sexto lugar, la aleatorización se basó únicamente en la calcificación angiográfica, sin una evaluación previa de la cruzabilidad de la lesión o su dilatabilidad con balón, lo que podría haber condicionado la necesidad de una TMP adicional. Algunos pacientes precisaron una segunda TMP, lo que complica la interpretación del análisis por intención de tratar, aunque se realizaron análisis complementarios según el tratamiento recibido y por protocolo para mitigar esta limitación. Asimismo, no todos los pacientes contaron con una evaluación completa mediante OCT antes y después de la ICP, lo que podría haber influido tanto en la selección del dispositivo como en la valoración de la expansión del *stent*.

En séptimo lugar, el seguimiento a 1 año proporciona únicamente datos a medio plazo y no permite evaluar resultados a largo plazo como la durabilidad del *stent* o la necesidad de revascularización de la lesión diana. Por último, el ensayo se realizó en centros de alto volumen por hemodinamistas experimentados, lo que podría limitar la extrapolación de los resultados a contextos con menor experiencia en ICP compleja y TMP.

CONCLUSIONES

En este análisis estratificado por edad del ensayo ROLLER COASTR-EPIC22, los pacientes de edad avanzada sometidos a ICP para el tratamiento lesiones coronarias calcificadas alcanzaron tasas de éxito procedimental, expansión del *stent* y resultados de seguridad intrahospitalaria comparables a las de pacientes más jóvenes. No obstante, los pacientes ≥ 75 años presentaron incidencias más altas de MACE y mortalidad por cualquier causa al año (figura 3).

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

Los datos que respaldan los hallazgos de este estudio están disponibles a través del autor para correspondencia previa solicitud justificada.

FINANCIACIÓN

El ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 ha sido financiado por una beca no condicionada de Fundación EPIC.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este es un subanálisis del ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 (NCT04181268), que fue aprobado por el comité de ética institucional de cada centro participante y se llevó a cabo de conformidad con los criterios establecidos en la Declaración de Helsinki. Los autores confirman que se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes previo a su inclusión en el estudio.

Los aspectos relacionados con el sexo y el género se tuvieron en cuenta de conformidad con las recomendaciones de la guía *Sex and Gender Equity in Research* (SAGER).

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se utilizó inteligencia artificial en este manuscrito.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

J. Vila-García y M. Basile contribuyeron por igual al manuscrito y comparten la primera autoría. J. Vila-García y M. Basile contribuyeron por igual en varias fases del estudio, incluida la concepción y el diseño de este, así como la obtención, análisis e interpretación de los datos. Además, J. Vila-García participó no solo en la redacción del manuscrito original sino también en la elaboración y revisión de la versión definitiva y M. Basile fue el principal responsable de la revisión crítica del artículo. A. Gómez-Menchero, J. Caballero-Borrego, B. Rivero-Santana, G. Galeote, I.J. Amat-Santos, S. Jiménez-Valero, G. Miñana, S. Ojeda, A. González-García, D. Tébar-Márquez, S. Camacho-Freire, J. Zubiaur, R. Ocaranza-Sánchez y A. Domínguez participaron tanto en la obtención de los datos como en la revisión y edición del texto final. A. Jurado-Román y R. Moreno participaron en la concepción y diseño del estudio, obtención, análisis e interpretación de los datos, redacción, revisión, edición y aprobación del manuscrito final, así como en la supervisión global del proyecto. A. Jurado-Román fue responsable de la financiación y la administración. Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

S. Ojeda y R. Moreno son editores asociados de *REC: Interventional Cardiology*; se ha seguido el procedimiento editorial establecido en la revista para garantizar la gestión imparcial del manuscrito. A. Jurado-Román es *proctor* de Abbott, Boston Scientific, World Medica y Philips; ha recibido honorarios como consultor de Boston Scientific y Philips y como conferenciante de Abbott, Boston Scientific, Shockwave Medical, Philips y World Medica. S. Ojeda ha recibido honorarios como consultor de Medtronic y Edwards Lifesciences y como conferenciante de Abbott, Boston Scientific, Philips y World Medical. El resto de los autores no declaró ningún conflicto de intereses relacionado con el contenido de este artículo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los investigadores, coordinadores y pacientes participantes del ensayo ROLLER COASTR-EPIC22 por su dedicación.

¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- Las TMP contemporáneas, como la aterectomía rotacional, la LIV y el ELCA, han demostrado ser eficaces en el tratamiento de lesiones coronarias altamente calcificadas en distintos grupos de edad. No obstante, los pacientes de edad avanzada siguen estando claramente infrarrepresentados en los ensayos clínicos aleatorizados sobre cardio-

logía intervencionista, lo que limita la evidencia disponible para la toma de decisiones clínicas en esta población en crecimiento. El ensayo aleatorizado ROLLER COASTR-EPIC22 fue el primero en comparar directamente las 3 TMP principales en una única cohorte y establecer su perfil de seguridad y eficacia procedimental, principalmente en pacientes más jóvenes. Aunque estudios previos sugieren que la edad por sí sola no es una contraindicación absoluta para estrategias intervencionistas modernas, los resultados estratificados por edad en pacientes ancianos siguen siendo escasos.

¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- Este análisis representa la primera evaluación aleatorizada estratificada por edad de las TMP. Nuestros hallazgos demuestran que tanto el éxito procedimental como la expansión del *stent* son comparables entre pacientes jóvenes y de edad avanzada, sin una mayor incidencia de complicaciones intrahospitalarias en estos últimos. No obstante, a pesar de resultados procedimentales iniciales similares, los pacientes de mayor edad presentaron incidencias mucho más altas de MACE y mortalidad por cualquier causa al año. Este hallazgo subraya la relevancia de factores como la vulnerabilidad y fragilidad del paciente, más allá de la edad cronológica. En líneas generales, estos datos indican que la edad no debe considerarse un criterio de exclusión para el uso de TMP cuando estén clínicamente indicadas. En cambio, es fundamental realizar una evaluación individualizada del riesgo e implementar estrategias de seguimiento específicas para optimizar los resultados en pacientes ancianos sometidos a ICP complejas.

MATERIAL ADICIONAL



Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000594>.

BIBLIOGRAFÍA

- Généreux P, Madhavan MV, Mintz GS, et al. Ischemic outcomes after coronary intervention of calcified vessels in acute coronary syndromes: Pooled analysis from the HORIZONS-AMI (Harmonizing Outcomes with Revascularization and Stents in Acute Myocardial Infarction) and ACUITY (Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy) trials. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63:1845-1854.
- Ma W, Wang Q, Wang B, et al. Novel predictors of stent under-expansion regarding calcified coronary lesions assessed by optical coherence tomography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2022;99(S1):1473-1481.
- Ng P, Maehara A, Kirtane AJ, et al. Management of Coronary Stent Under-expansion. *J Am Coll Cardiol.* 2025;85:625-644.
- Shah M, Najam O, Bhindi R, Silva KD. Calcium Modification Techniques in Complex Percutaneous Coronary Intervention. *Circ Cardiovasc Interv.* 2021;14:E009870.
- Barbato E, Gallinoro E, Abdel-Wahab M, et al. Management strategies for heavily calcified coronary stenoses: an EAPCI clinical consensus statement in collaboration with the EURO4C-PCR group. *Eur Heart J.* 2023;44:4340-4356.
- Barbato E, Carrié D, Dardas P, et al. European expert consensus on rotational atherectomy. *EuroIntervention.* 2015;11:30-36.
- Cobarró L, Jurado-Román A, Tébar-Márquez D, et al. Excimer laser coronary atherectomy in severely calcified lesions: time to bust the myth. *REC Interv Cardiol.* 2023;6:33-40.
- Basile M, Gómez-Menchero A, Rivero-Santana B, et al. Rotational Atherectomy, Lithotripsy, or Laser for Calcified Coronary Stenosis: One-Year Outcomes From the ROLLER COASTR-EPIC22 Trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2025;106:702-710.
- Kuna C, Bradaric C, Koch T, et al. Age-related ten-year outcomes after percutaneous coronary intervention of in-stent restenosis. *Int J Cardiol.* 2025;428:133109.
- Jurado-Román A, Gómez-Menchero A, Rivero-Santana B, et al. Rotational Atherectomy, Lithotripsy, or Laser for Calcified Coronary Stenosis: The ROLLER COASTR-EPIC22 Trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2025;18:606-618.
- Jurado-Román A, Gómez-Menchero A, Amat-Santos IJ, et al. Design of the ROLLERCOASTR trial: rotational atherectomy, lithotripsy or laser for the management of calcified coronary stenosis. *REC Interv Cardiol.* 2023;5:279-286.
- Rawlins J, Din JN, Talwar S, O'Kane P. Coronary Intervention with the Excimer Laser: Review of the Technology and Outcome Data. *Interv Cardiol Rev.* 2016;11:27.
- Riley RF, Patel MP, Abbott JD, et al. SCAI Expert Consensus Statement on the Management of Calcified Coronary Lesions. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv.* 2024;3:101259.
- de Waha S, Allali A, Büttner HJ, et al. Rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: Two-year clinical outcome of the randomized ROTAXUS trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;87:691-700.
- Maehara A, Ben-Yehuda O, Ali Z, et al. Comparison of Stent Expansion Guided by Optical Coherence Tomography Vs Intravascular Ultrasound: The ILUMIEN II Study (Observational Study of Optical Coherence Tomography [OCT] in Patients Undergoing Fractional Flow Reserve [FFR] and Percutaneous Coronary Intervention). *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8:1704-1714.
- Jurado-Román A, González A, Galeote G, Jiménez-Valero S, Moreno R. RotaTripsy: Combination of Rotational Atherectomy and Intravascular Lithotripsy for the Treatment of Severely Calcified Lesions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:e127-e129.
- Hill JM, Kereiakes DJ, Shlofmitz RA, et al. Intravascular Lithotripsy for Treatment of Severely Calcified Coronary Artery Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76:2635-2646.
- Shibui T, Tsuchiyama T, Masuda S, Nagamine S. Excimer laser coronary atherectomy prior to paclitaxel-coated balloon angioplasty for de novo coronary artery lesions. *Lasers Med Sci.* 2021;36:111-117.
- McClelland RL, Chung H, Detrano R, Post W, Kronmal RA. Distribution of coronary artery calcium by race, gender, and age: Results from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Circulation.* 2006;113:30-37.
- Sharma V, Abdul F, Haider ST, et al. Rotablation in the Very Elderly - Safer than We Think? *Cardiovasc Revasc Med.* 2021;22:36-41.
- Oliveri F, García PV, Oort MJH van, et al. Intravascular lithotripsy for the treatment of calcified coronary lesions in individuals of advanced age: a post-hoc analysis of the multicentre, prospective BENELUX-IVL study. *eClinicalMedicine.* 2025;85:103342.
- Tisminetzky M, Miozzo R, Gore JM, et al. Trends in the magnitude of chronic conditions in patients hospitalized with a first acute myocardial infarction. *J Multimorb Comorbidity.* 2021;11:2633556521999570.
- Nanna MG, Sutton NR, Kochar A, et al. Assessment and Management of Older Adults Undergoing PCI, Part 1: A JACC: Advances Expert Panel. *JACC Adv.* 2023;2:100389.
- Galeote G, Zubiaur J, Jurado-Román A, et al. Coronary Rotational Atherectomy Elective Vs Bailout in Patients With Severely Calcified Lesions and Chronic Renal Failure (CRATER) Trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2025;106:1702-1712.
- Zubiaur J, Galeote G, Jurado-Román A, et al. Coronary Rotational Atherectomy Elective Vs Bailout in Patients With Severely Calcified Lesions and Chronic Renal Failure: Long-Term Outcomes of CRATER Trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2026;107:431-438.
- Saada M, Kobo O, Kauer F, et al. Prognosis of PCI in the Older Adult Population: Outcomes From the Multicenter Prospective e-ULTIMASTER Registry. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv.* 2022;1:100442.
- Sanchis J, Bueno H, Miñana G, et al. Effect of Routine Invasive vs Conservative Strategy in Older Adults With Frailty and Non-ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med.* 2023;183:407-415.
- Abdel-Wahab M, Richardt G, Büttner HJ, et al. High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: The randomized ROTAXUS (Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease) trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2013;6:10-19.
- Mankierous N, Richardt G, Allali A, et al. Lower revascularization rates after high-speed rotational atherectomy compared to modified balloons in calcified coronary lesions: 5-year outcomes of the randomized PREPARE-CALC trial. *Clin Res Cardiol.* 2024;113:1051-1059.
- Rheude T, Rai H, Richardt G, et al. Super high-pressure balloon vs scoring balloon to prepare severely calcified coronary lesions: the ISAR-CALC randomised trial: Balloon-based techniques for calcific CAD. *EuroIntervention.* 2021;17:481.
- Abdel-Wahab M, Toelg R, Byrne RA, et al. High-speed rotational atherectomy vs modified balloons prior to drug-eluting stent implantation in severely calcified coronary lesions: The randomized prepare-CALC trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2018;11:e007415.
- Kirtane AJ, Généreux P, Lewis B, et al. Orbital atherectomy vs balloon angioplasty before drug-eluting stent implantation in severely calcified lesions eligible for both treatment strategies (ECLIPSE): a multicentre, open-label, randomised trial. *Lancet.* 2025;405:1240-1251.