

Artículo original

# Resultados inmediatos e impacto funcional y pronóstico tras la recanalización de oclusiones coronarias crónicas. Resultados del Registro Ibérico



Ignacio J. Amat-Santos<sup>a,\*</sup>, Victoria Martín-Yuste<sup>b</sup>, José Antonio Fernández-Díaz<sup>c</sup>, Javier Martín-Moreiras<sup>d</sup>, Juan Caballero-Borrego<sup>e</sup>, Pablo Salinas<sup>f</sup>, Soledad Ojeda<sup>g</sup>, Fernando Rivero<sup>h</sup>, Julio Núñez Villota<sup>i</sup>, Mohsen Mohandes<sup>j</sup>, Daniela Dubois<sup>k</sup>, Francisco Bosa Ojeda<sup>l</sup>, Eva Rumiz<sup>m</sup>, José M. de la Torre Hernández<sup>n</sup>, Jesús Jiménez-Mazuecos<sup>o</sup>, Javier Lacunza<sup>p</sup>, Paula Tejedor<sup>q</sup>, Itziar Gómez<sup>a</sup>, Luis R. Goncalves-Ramirez<sup>a</sup>, Paol Rojas<sup>a</sup>, Manel Sabaté<sup>b</sup>, Javier Goicolea<sup>c</sup>, Alejandro Diego Nieto<sup>d</sup>, Miriam Jiménez-Fernández<sup>e</sup>, Javier Escaned<sup>f</sup>, Nieves Gonzalo<sup>f</sup>, Laura Pardo<sup>g</sup>, Javier Cuesta<sup>h</sup>, Gema Miñana<sup>i</sup>, Juan Sanchis<sup>i</sup>, Sergio Rojas<sup>j</sup>, Raúl Millán<sup>k</sup>, Beatriz Vaquerizo<sup>k</sup>, Sara Rodríguez<sup>l</sup>, Dae-Hyun Lee<sup>n</sup>, Francisco J. Morales<sup>r</sup>, Alejandro Gutiérrez<sup>s</sup>, María López<sup>t</sup>, Jaume Maristany<sup>u</sup>, Juan Rondán<sup>v</sup>, Guillermo Galeote<sup>w</sup>, Zuheir Kabbanni<sup>x</sup>, Sergio Rodríguez<sup>y</sup>, Luis Teruel<sup>z</sup>, Mario Sadaba<sup>aa</sup>, Alfonso Jurado<sup>ab</sup>, Vicente Mainar<sup>ac</sup>, Juan Sánchez-Rubio<sup>ad</sup>, Hugo Vinhas<sup>ae</sup> y Renato Fernandes<sup>af</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cardiología, Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Hospital Clínico Universitario, Valladolid, España

<sup>b</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Clínic de Barcelona, Barcelona, España

<sup>c</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Puerta de Hierro, Majadahonda, Madrid, España

<sup>d</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Salamanca, Salamanca, España

<sup>e</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Campus de la Salud y Virgen de las Nieves, Granada, España

<sup>f</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

<sup>g</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Reina Sofía de Córdoba, Córdoba, España

<sup>h</sup> Servicio de Cardiología, Hospital La Princesa, Madrid, España

<sup>i</sup> Servicio de Cardiología, Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Hospital Clínic Universitari, INCLIVA, Universitat de València, Valencia, España

<sup>j</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Tarragona, Tarragona, España

<sup>k</sup> Servicio de Cardiología, Hospital del Mar, Barcelona, España

<sup>l</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife, España

<sup>m</sup> Servicio de Cardiología, Hospital General de Valencia, Valencia, España

<sup>n</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Marqués de Valdecilla, Santander, Cantabria, España

<sup>o</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Albacete, Albacete, España

<sup>p</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Murcia, Murcia, España

<sup>q</sup> Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario de Burgos, Burgos, España

<sup>r</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Puerto Real, Puerto Real, Cádiz, España

<sup>s</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Jerez de la Frontera, Jerez de la Frontera, Cádiz, España

<sup>t</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de León, León, España

<sup>u</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Son Espases, Palma de Mallorca, Islas Baleares, España

<sup>v</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Cabueñes, Gijón, Asturias, España

<sup>w</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de La Paz, Madrid, España

<sup>x</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Hospiten, Santa Cruz de Tenerife, España

<sup>y</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Virgen Macarena, Sevilla, España

<sup>z</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

<sup>aa</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Galdakao, Galdakao, Vizcaya, España

<sup>ab</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Ciudad Real, Ciudad Real, España

<sup>ac</sup> Servicio de Cardiología, Hospital de Alicante, Alicante, España

<sup>ad</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Clínico de Zaragoza, Zaragoza, España

<sup>ae</sup> Servicio de Cardiología, Hospital García de Orta, Almada, Portugal

<sup>af</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Espírito Santo, Evora, Portugal

## Historia del artículo:

Recibido el 23 de octubre de 2017

Aceptado el 13 de marzo de 2018

On-line el 22 de abril de 2018

## Palabras clave:

OCT

Oclusiones crónicas

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** El impacto de la intervención coronaria percutánea (ICP) sobre oclusiones coronarias crónicas totales (OCT) presenta controversias. Se analizan los resultados agudos y al seguimiento en nuestro entorno.

**Métodos:** Registro prospectivo de ICP sobre OCT en 24 centros durante 2 años.

**Resultados:** Se realizaron 1.000 ICP sobre OCT en 952 pacientes. La mayoría tenía síntomas (81,5%) y cardiopatía isquémica previa (59,2%), y hubo intentos de desobstrucción previos en un 15%. El SYNTAX

## VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.09.012>

\* Autor para correspondencia: Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario, Ramón y Cajal 3, 47005 Valladolid, España.

Correo electrónico: [ijamat@gmail.com](mailto:ijamat@gmail.com) (I.J. Amat-Santos).

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.03.011>

0300-8932/© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

IVUS  
Cardiopatía isquémica crónica

anatómico fue  $19,5 \pm 10,6$  y tenía *J-score*  $> 2$  el 17,3%. El procedimiento fue retrógrado en 92 pacientes (9,2%). La tasa de éxito fue del 74,9%, mayor en aquellos sin ICP previa (el 82,2 frente al 75,2%;  $p = 0,001$ ), con *J-score*  $\leq 2$  (el 80,5 frente al 69,5%;  $p = 0,002$ ) y con el uso de ecografía intravascular (el 89,9 frente al 76,2%;  $p = 0,001$ ), que fue predictor independiente del éxito. Por el contrario, lesiones calcificadas,  $> 20$  mm o con muñón proximal como lo fueron de fracaso. El 7,1% tuvo complicaciones, como perforación (3%), infarto (1,3%) o muerte (0,5%). Al año de seguimiento, el 88,2% mejoró clínicamente en caso de ICP exitosa (frente al 34,8%;  $p < 0,001$ ). Dicha mejoría se asoció con menor mortalidad. La tasa de mortalidad al año fue del 1,5%.

**Conclusiones:** Los pacientes del Registro Ibérico con OCT tratados con ICP presentan complejidad clínico-anatómica, tasas de éxito y complicaciones similares a los de otros registros nacionales e importante impacto de la recanalización exitosa en la mejoría funcional, que a su vez se asoció con menor mortalidad.

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Procedural, Functional and Prognostic Outcomes Following Recanalization of Coronary Chronic Total Occlusions. Results of the Iberian Registry

### ABSTRACT

#### Keywords:

CTO  
Chronic total occlusions  
IVUS  
Chronic ischemic cardiomyopathy

**Introduction and objectives:** There is current controversy regarding the benefits of percutaneous recanalization (PCI) of chronic total coronary occlusions (CTO). Our aim was to determine acute and follow-up outcomes in our setting.

**Methods:** Two-year prospective registry of consecutive patients undergoing PCI of CTO in 24 centers. **Results:** A total of 1000 PCIs of CTO were performed in 952 patients. Most were symptomatic (81.5%), with chronic ischemic heart disease (59.2%). Previous recanalization attempts had been made in 15%. The mean SYNTAX score was  $19,5 \pm 10,6$  and *J-score* was  $> 2$  in 17.3%. A retrograde procedure was performed in 92 patients (9.2%). The success rate was 74.9% and was higher in patients without previous attempts (82.2% vs 75.2%;  $P = .001$ ), those with a *J-score*  $\leq 2$  (80.5% vs 69.5%;  $P = .002$ ), and in intravascular ultrasound-guided PCI (89.9% vs 76.2%,  $P = .001$ ), which was an independent predictor of success. In contrast, severe calcification, length  $> 20$  mm, and blunt proximal cap were independent predictors of failed recanalization. The rate of procedural complications was 7.1%, including perforation (3%), myocardial infarction (1.3%), and death (0.5%). At 1-year of follow-up, 88.2% of successfully revascularized patients showed clinical improvement (vs 34.8%,  $P < .001$ ), which was associated with lower mortality. At 1-year of follow-up, the mortality rate was 1.5%.

**Conclusions:** Compared with other national registries, patients in the Iberian registry undergoing PCI of a CTO showed similar complexity, success rate, and complications. Successful recanalization was strongly associated with functional improvement, which was related to lower mortality.

Full English text available from: [www.revespcardiol.org/en](http://www.revespcardiol.org/en)

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

### Abreviaturas

ICP: intervención coronaria percutánea  
IVUS: ecografía intravascular  
OCT: oclusiones coronarias crónicas totales

### INTRODUCCIÓN

El resultado de la intervención coronaria percutánea (ICP) sobre oclusiones coronarias crónicas totales (OCT) genera controversia en la comunidad cardiológica<sup>1</sup>. Esto ha generado cierto escepticismo a la hora de indicar dichos procedimientos, dado que son, por lo general, complejos, de mayor duración, con mayores dosis de radiación y menor tasa de éxito<sup>2,3</sup>. De hecho, pese a que hasta el 30% de los pacientes tratados con coronariografía presentan al menos una OCT, actualmente en nuestro entorno se intenta ICP sobre dicha lesión solo en un  $\sim 4\%$ <sup>4,5</sup>. Dos son las razones fundamentales que explican estas reticencias: por un lado, las dudas iniciales en cuanto al beneficio pronóstico, entendido como mortalidad de causa cardiovascular, no se han visto despejadas en estudios más recientes<sup>6</sup> pese a la constante mejora en parámetros como la función ventricular, el grado de angina o la carga arrítmica de los pacientes en múltiples registros<sup>7–11</sup>; por otro lado, la tasa de éxito de centros con alta experiencia en estas intervenciones no

coincide con la obtenida en los registros de vida real más amplios<sup>12–15</sup> aun con mejores resultados en general gracias a las mejoras técnicas y al establecimiento de programas (y personal) específicamente formados.

En este sentido, los objetivos del presente Registro Ibérico son, en primer lugar, determinar la tasa actual de éxito de los intentos de desobstrucción de OCT en nuestro entorno por operadores específicamente formados, a través de una serie consecutiva a lo largo de 2 años y, en segundo lugar, conocer el impacto en el pronóstico y la capacidad funcional tanto del éxito como del fracaso de dicha intervención.

### MÉTODOS

#### Definición y registro de los casos

Se realizó un registro prospectivo y consecutivo de los pacientes a los que se realizó angioplastia sobre OCT a través del Registro Ibérico. Un total de 32 centros de España y Portugal participaron en dicho registro. Se seleccionó un periodo de 2 años de reclutamiento desde enero de 2015 hasta diciembre de 2016, en el que un total de 24 de los centros participantes incluyeron a pacientes (tabla del material suplementario). Se definió OCT como la interrupción documentada angiográficamente del flujo anterógrado de una arteria coronaria, de una duración conocida o sospechada  $> 3$  meses (con flujo *Thrombolysis In Myocardial*

**Tabla 1**

Características clínicas, anatómicas, del procedimiento y hospitalarias, junto con los principales predictores de éxito angiográfico

Características	Procedimientos totales (n = 1.000)		Análisis univariable			Análisis multivariable*	
		Fracaso (n = 192 [25,1%])	Éxito (n = 718 [74,9%])	p	OR (IC95%)	p	
<b>Características clínicas</b>							
Varones	798 (83,8)	167 (87,0)	594 (82,7)				0,158
Hipertensión	647 (68,0)	139 (76,4)	472 (69,7)				0,079
Diabetes mellitus tipo 2	348 (38,6)	77 (40,1)	269 (37,5)				0,745
Dislipemia	614 (64,5)	119 (66,1)	464 (68,3)				0,570
IRC	100 (10,5)	22 (13,1)	72 (11,5)				0,570
Creatinina (mg/dl)	1,23 ± 3,64	1,13 ± 0,93	1,26 ± 4,16				0,005
Arteriopatía periférica	97 (10,2)	22 (12,8)	70 (11,1)				0,536
CI previa	564 (59,2)	123 (66,1)	418 (62,1)				0,315
IAM previo	283 (28,3)	69 (36,5)	200 (28,4)				0,031
ICP previa	461 (48,4)	109 (56,8)	332 (46,3)				0,010
Bypass previo	53 (5,6)	15 (7,8)	36 (5,0)				0,134
Angina CCS III-IV	286 (30)	55 (28,6)	219 (30,5)				0,707
<b>Características anatómicas</b>							
Enfermedad de TCI	39 (4,1)	10 (6,1)	28 (4,6)				0,431
Enfermedad de 3 vasos	181 (19,0)	37 (19,3)	139 (19,4)				0,947
Puntuación SYNTAX anatómica	19,5 ± 10,6	18 [12-25]	17 [12-23]				0,224
Más de 1 OCT	141 (14,8)	37 (19,3)	99 (13,8)				0,135
J-score > 2	173 (17,3)	50 (24,6)	114 (15,1)				0,001
Muñón proximal romo	449 (51,5)	126 (68,5)	323 (47,0)	< 0,001	0,412 (0,263-0,646)	< 0,001	
Rama en muñón proximal	375 (48,0)	77 (45,3)	298 (48,7)				0,433
Longitud > 20 mm	432 (46,3)	122 (63,9)	310 (41,7)	< 0,001	0,606 (0,386-0,950)		0,029
Calcificación	648 (68,8)	159 (80,7)	489 (65,6)	< 0,001	0,530 (0,302-0,931)		0,027
Tortuosidad	282 (28,1)	85 (45,4)	197 (28,5)	< 0,001	0,644 (0,408-1,016)		0,058
Rentrop 3	281 (28,1)	52 (26,4)	223 (29,9)				0,146
Colaterales CC2	362 (36,2)	72 (36,5)	283 (38,0)				0,291
<b>Características del procedimiento</b>							
Intento previo	149 (14,9)	37 (21,3)	98 (15,4)				0,068
Abordaje retrógrado	92 (9,2)	26 (12,9)	66 (8,8)				0,082
Inyección contralateral	511 (51,2)	125 (71,4)	367 (58,4)				0,002
Acceso solo femoral	437 (43,7)	83 (41,1)	354 (47,7)				0,002
<b>Técnicas</b>							
IVUS	116 (11,6)	11 (6,8)	97 (16,6)				0,002
Crossboss-Stingray	9 (0,9)	5 (3,9)	4 (0,8)				0,023
Rotablator	12 (1,2)	0	12 (1,6)				0,133
<b>Complicaciones</b>							
Diseción coronaria	13 (1,3)	4 (2,0)	9 (1,2)				0,492
Perforación coronaria	31 (3,1)	19 (9,4)	11 (1,5)	< 0,001	0,129 (0,049-0,343)	< 0,001	
Taponamiento	10 (1,0)	6 (3,0)	4 (0,5)				0,009
Shock cardiogénico	6 (0,6)	2 (1,0)	4 (0,5)				0,614
Necesidad de ECMO	1 (0,1)	1 (0,5)	0				0,999
Fluoroscopia (min)	42 ± 30	54 ± 36	41 ± 32				< 0,001
Contraste (ml)	293 ± 162	332 ± 197	284 ± 152				0,007
<b>Resultados hospitalarios</b>							
IAM tipo 2	13 (1,3)	3 (1,5)	10 (1,3)				0,999
ACV	0	0	0				—
NIC	3 (0,3)	1 (0,5)	2 (0,2)				0,999
Trombosis aguda	0	0	0				—
Complicación vascular mayor	5 (0,5)	1 (0,5)	4 (0,5)				0,999
Bypass urgente	0	0	0				—
Muerte hospitalaria	5 (0,5)	0	5 (0,7)				0,590

ACV: accidente cerebrovascular; CC2: colateral connection 2; CCS: Canadian Cardiovascular Society; CI: cardiopatía isquémica; ECMO: oxigenador extracorpóreo de membrana; IAM: infarto agudo de miocardio; IC95%: intervalo de confianza del 95%; ICP: intervención coronaria percutánea; IRC: insuficiencia renal crónica; IVUS: ecografía intravascular; NIC: nefropatía inducida por contraste; OCT: oclusión coronaria crónica total; OR: odds ratio; TCI: tronco común izquierdo.

\* Todas las variables significativas se incluyeron en el modelo. Se reflejan solo las que se mantuvieron en el último paso.

Los datos expresan n (%), media ± desviación estándar o mediana [intervalo intercuartílico].

**Tabla 2**

Incidencia y predictores de complicaciones relacionadas con el procedimiento

Características	Sin complicaciones (n = 881 [93,1%])	Con complicaciones (n = 65 [6,9%])	p
<b>Características clínicas</b>			
Varones	741 (84,1)	52 (80,0)	0,385
Hipertensión	598 (71,9)	46 (74,2)	0,695
Diabetes mellitus tipo 2	349 (39,6)	18 (27,7)	0,145
Dislipemia	567 (68,2)	44 (69,8)	0,791
Tabaquismo	328 (40,7)	25 (40,3)	0,948
IRC	65 (8,5)	5 (8,2)	0,154
Creatinina (mg/dl)	0,9 [0,8-1,1]	0,9 [0,8-1,0]	0,465
Arteriopatía periférica	91 (11,8)	6 (9,8)	0,652
CI previa	511 (61,7)	49 (77,8)	0,011
IAM previo	259 (29,9)	23 (37,1)	0,237
ICP previa	420 (47,7)	39 (60,0)	0,056
Bypass previo	47 (5,3)	5 (7,7)	0,395
Angina CCS III-IV	261 (29,6)	24 (36,9)	0,396
<b>Características anatómicas</b>			
Enfermedad de TCI	37 (5,0)	2 (3,3)	0,431
Enfermedad de 3 vasos	164 (18,6)	16 (24,6)	0,426
Puntuación SYNTAX anatómica	17,5 [12-24]	22 [15-28]	0,031
J-score > 2	156 (16,9)	16 (22,5)	0,228
Muñón proximal romo	410 (49,5)	49 (72,1)	< 0,001
Rama en muñón proximal	362 (48,6)	25 (40,3)	0,211
Longitud > 20 mm	407 (45,1)	41 (60,3)	0,016
Calcificación	621 (68,2)	51 (75,0)	0,246
Tortuosidad	271 (32,3)	23 (33,8)	0,718
Rentrop 3	258 (28,4)	20 (29,4)	0,852
Colaterales CC2	338 (37,1)	22 (32,4)	0,123
<b>Características del procedimiento</b>			
Intento previo	134 (16,9)	9 (17,3)	0,946
Abordaje retrógrado	80 (8,7)	15 (21,1)	0,001
Inyección contralateral	458 (60,1)	49 (73,1)	0,036
<b>Técnicas</b>			
IVUS	106 (15,0)	9 (14,8)	0,953
Crossboss-Stingray	7 (1,2)	2 (3,4)	0,206
Rotablator	12 (1,3)	0	0,999
Fluoroscopia (min)	33 [21-54]	45 [32-85]	< 0,001
Contraste (ml)	260 [180-353]	320 [235-417]	0,013

CC2: colateral connection 2; CCS: Canadian Cardiovascular Society; IAM: infarto agudo de miocardio; ICP: intervención coronaria percutánea; IRC: insuficiencia renal crónica; IVUS: ecografía intravascular; TCI: tronco común izquierdo.

Los valores expresan n (%), media  $\pm$  desviación estándar o mediana [intervalo intercuartílico].

Infarction [TIMI] = 0)<sup>1</sup>. Participaron 24 centros seleccionados de toda España en los que había al menos 1 operador con experiencia en angioplastia sobre OCT que registró todos sus casos consecutivamente, de manera independiente y sin monitorización externa. Se consideró operador con experiencia a aquel con historia de al menos 50 oclusiones crónicas y una mentorización previa en esta intervención. Si bien este criterio supone un sesgo de selección, el objetivo es reflejar los resultados actuales de esta técnica con una estrategia específica. Tras la obtención del consentimiento informado, se obtuvieron los datos clínicos, anatómicos (incluidos los específicos de la oclusión) y del procedimiento. Se consideró que los pacientes tenían el antecedente de cardiopatía isquémica solo si se les había diagnosticado antes del procedimiento en el que se detectaron las OCT que tratar. Se realizó seguimiento hospitalario y al menos un seguimiento clínico al alta a un 99% de los pacientes incluidos. Se excluyeron 37 procedimientos por errores de inclusión o datos duplicados. Realizó la valoración clínica el cardiólogo clínico responsable mediante el grado funcional de angina (I a IV) de la

Canadian Cardiovascular Society y el de disnea (I a IV) según la New York Heart Association; se consideró mejoría clínica la reducción en al menos 1 grado en dichas escalas. Además se evaluó la calidad de vida mediante la escala EQ-5D y el cuestionario de angina de Seattle en una subpoblación. Cada centro introdujo los datos en una plataforma *online*, cumpliendo con las exigencias de la Ley de Protección de Datos, a la que solo tenían acceso los operadores participantes y los coordinadores del registro. El registro está avalado por la Sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología y se ha financiado con una beca no condicionada por Abbott Vascular España.

### Métodos estadísticos

Los datos se expresan como frecuencia absoluta y porcentaje en caso de variables cualitativas. Las variables cuantitativas se describen como media  $\pm$  desviación estándar o mediana [intervalo

**Tabla 3**

Principales predictores de mejoría clínica en el seguimiento tras el procedimiento percutáneo de desobstrucción

Características	Sin mejoría clínica (n = 175 [21,7%])	Con mejoría clínica (n = 689 [78,3%])	p
<b>Características clínicas</b>			
Varones	154 (88,0)	565 (82,0)	0,058
Hipertensión	118 (71,1)	471 (72,1)	0,789
Diabetes mellitus tipo 2	68 (38,8)	264 (38,3)	0,389
Dislipemia	106 (64,2)	447 (68,6)	0,290
Tabaquismo	67 (40,9)	248 (39,3)	0,718
IRC	24 (15,5)	63 (10,5)	0,085
Creatinina (mg/dl)	0,99 [0,8-1,21]	0,9 [0,8-1,07]	0,004
Arteriopatía periférica	23 (14,8)	63 (10,4)	0,094
ACV previo	15 (9,5)	35 (5,8)	0,093
CI previa	112 (66,7)	403 (62,2)	0,284
IAM previo	63 (36,4)	195 (29,0)	0,060
ICP previa	94 (53,7)	337 (49,0)	0,264
Bypass previo	13 (7,4)	37 (5,4)	0,298
Angina CCS III-IV	52 (29,7)	212 (30,8)	0,396
<b>Características anatómicas</b>			
Enfermedad de TCI	6 (4,0)	29 (4,9)	0,629
Enfermedad de 3 vasos	6 (3,4)	11 (1,6)	0,531
Puntuación SYNTAX anatómica	16,5 [10-25]	18 [12-24]	0,266
J-score > 2	42 (24,0)	107 (15,5)	0,008
Muñón proximal romo	95 (59,7)	306 (48,4)	0,011
Rama en muñón proximal	70 (47,0)	271 (47,5)	0,902
Longitud > 20 mm	101 (59,4)	292 (42,6)	< 0,001
Calcificación	135 (77,1)	469 (68,1)	0,019
Tortuosidad	72 (43,1)	185 (29,2)	0,002
Rentrop 3	48 (27,4)	195 (28,3)	0,204
Colaterales CC2	66 (37,7)	250 (36,3)	0,342
<b>Características del procedimiento</b>			
Longitud de la oclusión (mm)	30 [20-40]	20 [15-30]	< 0,001
Complicaciones	18 (10,3)	39 (5,7)	0,029
Revascularización exitosa	42 (24,1)	611 (93,1)	< 0,001

ACV: accidente cerebrovascular; CC2: colateral connection 2; CCS: Canadian Cardiovascular Society; CI: cardiopatía isquémica; IAM: infarto agudo de miocardio; ICP: intervención coronaria percutánea; IRC: insuficiencia renal crónica; TCI: tronco común izquierdo. Los valores expresan n (%), media  $\pm$  desviación estándar o mediana [intervalo intercuartílico].

intercuartílico] dependiendo de la distribución de las variables. La comparación de grupos se analizó mediante el test de la t de Student o su equivalente no paramétrico U de Mann-Whitney para las variables continuas, y el test de la  $\chi^2$  o el test exacto de Fisher para las variables categóricas. La significación estadística se definió como  $p < 0,05$ . Las variables con  $p < 0,10$  en el análisis univariante se incluyeron en un modelo de regresión logística multivariable para determinar los predictores de éxito de la recanalización, los predictores de complicaciones y los de mejoría funcional. Se estimaron las curvas de supervivencia en el seguimiento de la mortalidad total mediante *log-rank test* en función del éxito o el fracaso de la recanalización de las OCT. No se analizaron los predictores de mortalidad para evitar fenómeno de sobreajuste por su baja incidencia.

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS Statistics, versión 24.0.

## RESULTADOS

### Características basales

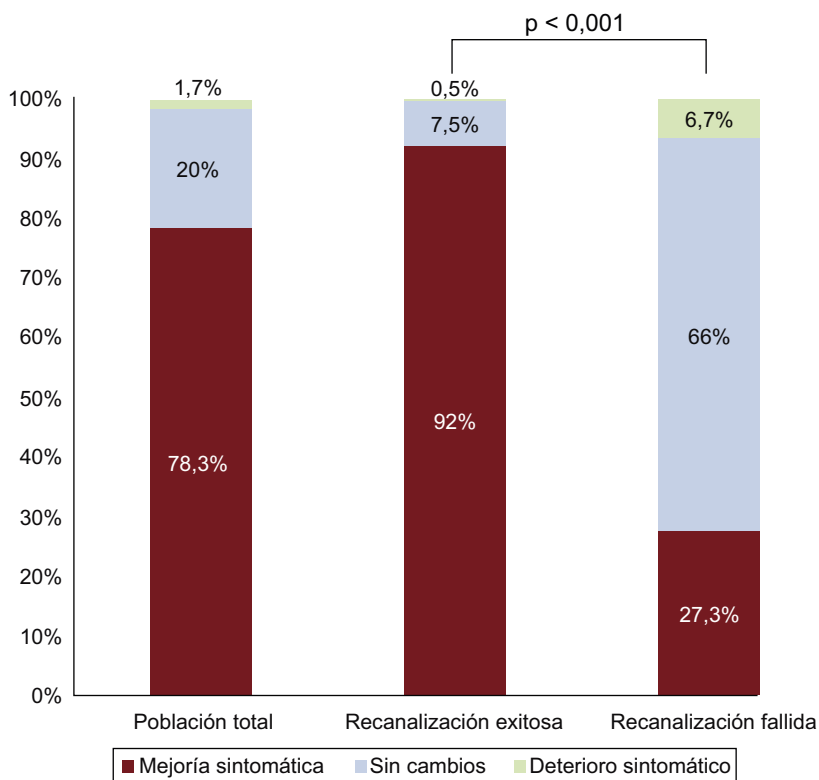
Se realizaron en total 1.000 angioplastias sobre OCT en 952 pacientes en un periodo de 2 años; el 83,8% eran varones y la media de edad,  $65,5 \pm 11,3$  años. La mayoría de los pacientes

tenían síntomas (81,5%) y cardiopatía isquémica previa (59,2%), con revascularización quirúrgica en el 5,6% y percutánea en el 48,4%, con intentos previos de desobstrucción en un 15%. La media de la puntuación SYNTAX anatómica fue  $19,5 \pm 10,6$  (con enfermedad de tronco común izquierdo en un 4,1% y más de 1 oclusión crónica en un 14,8%) y tenía *J-score* > 2 un 17,3%. Las principales características clínicas y anatómicas se resumen en la [tabla 1](#).

### Características del procedimiento

Las características del procedimiento, así como los factores predictores de recanalización exitosa y de complicaciones se resumen en la [tabla 1](#) y la [tabla 2](#) respectivamente. La arteria coronaria derecha fue la más comúnmente afectada (el 50,2%; éxito del 73,7%), seguida de la descendente anterior (el 34,3%; éxito del 83,5%) y la circunfleja (el 14,9%; éxito del 87,3%). El procedimiento fue retrógrado en un total de 92 pacientes (9,2%), y se planteó como primera opción en el 75%.

La tasa general de éxito fue del 74,9%, mayor en aquellos sin intentos previos (el 82,2 frente al 75,2%;  $p = 0,001$ ), con *J-score*  $\leq 2$  (el 80,5 frente al 69,5%;  $p = 0,002$ ) y los explorados con IVUS (el 89,9 frente al 76,2%;  $p = 0,001$ ). De hecho, el empleo de IVUS fue el único factor modificable que resultó predictor independiente de éxito



**Figura 1.** Evolución clínica en el seguimiento a largo plazo de los pacientes tratados con revascularización de una oclusión coronaria crónica; población total y en función del éxito o el fracaso de la recanalización.

(odds ratio [OR] = 2,445; intervalo de confianza del 95% [IC95%], 1,186–5,041;  $p = 0,015$ ). Los pacientes con peor función renal y aquellos que sufrieron complicaciones durante el procedimiento tuvieron las menores tasas de éxito, y en particular la presencia de perforaciones coronarias se asoció con una reducción significativa de las recanalizaciones exitosas (el 34,5 frente al 79,9%;  $p < 0,001$ ). Los principales factores sintetizados por el *J-score*, como calcificación grave, longitud  $> 20$  mm y un muñón proximal romo, fueron también predictores independientes de recanalización fallida. El éxito varió entre centros del 68 al 91% y fue superior en el cuartil más alto por número de procedimientos ( $p = 0,056$ ).

La tasa de complicaciones asociada con el procedimiento fue del 6,9%: perforación coronaria (3%), taponamiento cardíaco (1%), infarto de miocardio (1,3%) y muerte (0,5%). Los factores asociados con complicación se resumen en la [tabla 2](#); los predictores independientes fueron la cardiopatía isquémica previa (OR = 2,230; IC95%, 1,104–4,505;  $p = 0,025$ ), un muñón proximal romo (OR = 2,068; IC95%, 1,088–3,934;  $p = 0,027$ ) y el acceso retrógrado (OR = 3,527; IC95%, 1,691–7,359;  $p = 0,001$ ). No hubo diferencias significativas en la mortalidad hospitalaria en función del éxito o el fracaso de la ICP, con una tasa general del 0,5%.

### Resultados clínicos e impacto pronóstico

Tras una mediana de seguimiento de 365 [167–532] días, el 78,3% de los pacientes presentaron mejoría de su disnea según la clase funcional de la *New York Heart Association* o de la angina según el grado de la *Canadian Cardiovascular Society*. En el 95% de los pacientes con al menos 2 años de seguimiento que mejoraron en el primer año, la mejoría persistía después. Además, en una subpoblación de 183 pacientes se observó una mejoría significativa en la escala EQ-5D de  $0,794 \pm 0,115$  a  $0,869 \pm 0,097$  ( $p = 0,092$ ) y en el cuestionario de angina de Seattle de 83,4 (75,4–90,0) a 95,1 (87,3–99,0) ( $p < 0,001$ ). Los principales factores asociados con mejoría

funcional se muestran en la [tabla 3](#). La mejoría clínica fue significativamente menor en caso de ICP fallida (el 27,3 frente al 92%;  $p < 0,001$ ), tal y como se resume en la [figura 1](#). Además de la recanalización fallida, la presencia de otras condiciones clínicas asociadas con deterioro funcional, como infarto o ictus previos y enfermedad arterial periférica, se asociaron con ausencia de mejoría clínica. A su vez, los pacientes con menor grado de mejoría clínica sufrieron mayor mortalidad ([tabla 4](#)).

De los 877 pacientes que completaron el seguimiento a 1 año (el 92,1% del total), fallecieron 14 (1,5%), sin diferencias significativas independientemente del éxito de la recanalización. A partir del primer año de seguimiento, las curvas de mortalidad presentaron una divergencia a favor de aquellos con recanalización exitosa, y en los pacientes que alcanzaron los 3 años de seguimiento, la tasa de mortalidad era superior en caso de recanalización fallida (el 28,7 frente al 18,9%), sin alcanzar tampoco la significación estadística ( $p = 0,153$ ) ([figura 2](#)). Los principales determinantes de mortalidad en el seguimiento se resumen en la [tabla 4](#).

### DISCUSIÓN

La realización de este registro nacional de oclusiones crónicas supone el primer esfuerzo contemporáneo de registrar prospectivamente el resultado de programas específicos de recanalización de OCT puestos en marcha hace relativamente poco en muchos centros españoles por operadores entrenados en esta técnica. Siguiendo estos criterios, se reclutó a un total de 952 pacientes de 24 centros, lo que supone el 15,8% del total de OCT tratadas en el mismo periodo en los 80 centros públicos cuyos datos se publicaron en los Registros Españoles de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista<sup>4,5</sup>. Los principales hallazgos son: a) la evidencia de unas tasas de éxito similares a las presentadas por otros registros nacionales e internacionales y, en coincidencia con ellos, la existencia de una marcada variabilidad interhospitalaria, con

**Tabla 4**

Principales predictores de la mortalidad total acumulada tras el procedimiento percutáneo de desobstrucción

Características	Supervivencia en el seguimiento (n = 925 [97,2%])	Muerte en el seguimiento (n = 27 [2,8%])	p
<b>Características clínicas</b>			
Varones	776 (83,9)	22 (81,5)	0,790
Hipertensión	630 (72,0)	17 (68,0)	0,661
Diabetes mellitus tipo 2	357 (38,6)	11 (40,7)	0,821
Dislipemia	601 (68,6)	13 (54,2)	0,134
Tabaquismo	346 (40,7)	9 (39,1)	0,879
IRC	95 (11,8)	5 (21,7)	0,182
Creatinina (mg/dl)	0,9 [0,76-1,09]	1,07 [0,75-1,29]	0,139
Arteriopatía periférica	92 (11,3)	5 (20,0)	0,196
Cardiopatía isquémica previa	546 (62,8)	18 (66,7)	0,679
IAM previo	272 (30,0)	11 (42,3)	0,178
ICP previa	451 (48,8)	10 (37,0)	0,228
Bypass previo	50 (5,4)	3 (11,1)	0,186
Angina CCS III-IV	274 (29,6)	12 (44,4)	0,098
<b>Características anatómicas</b>			
Enfermedad de TCI	38 (4,9)	1 (4,5)	0,999
Enfermedad de 3 vasos	172 (18,6)	9 (33,3)	0,054
Puntuación SYNTAX anatómica	15 [8-22]	16 [5-25]	0,688
J-score > 2	162 (17,5)	4 (14,8)	0,999
Muñón proximal romo	426 (50,4)	16 (64,0)	0,179
Rama en muñón proximal	365 (47,7)	12 (54,5)	0,527
Longitud > 20 mm	424 (46,2)	12 (44,4)	0,854
Calcificación	630 (68,1)	20 (74,1)	0,511
Tortuosidad	281 (32,8)	3 (12,0)	0,029
Rentrop 3	264 (28,5)	7 (25,9)	0,767
Colaterales CC2	341 (36,9)	12 (44,4)	0,416
<b>Características del procedimiento</b>			
Complicaciones	63 (6,9)	2 (7,4)	0,708
Revascularización exitosa	697 (79,1)	19 (70,4)	0,273
<b>Evolución clínica</b>			
Sin cambios	170 (18,8)	11 (44,0)	< 0,001
Deterioro funcional	13 (1,4)	3 (12,0)	
Mejoría funcional	719 (79,7)	11 (44,0)	

CC2: colateral connection 2; CCS: Canadian Cardiovascular Society; IAM: infarto agudo de miocardio; ICP: intervención coronaria percutánea; IRC: insuficiencia renal crónica; TCI: tronco común izquierdo.

Los valores expresan n (%) o mediana [intervalo intercuartílico].

tasas de éxito entre el 68 y el 91%, que son superiores en el cuartil más alto por número de procedimientos (figura 3); b) si bien este registro no presenta un brazo de solo tratamiento médico, sí que pone en evidencia que los pacientes enviados a desobstrucción percutánea para los que finalmente fue necesario el tratamiento médico por recanalización fallida presentaban no solo un estado funcional peor, sino también una mortalidad absoluta superior a partir del primer año de seguimiento, aunque esta no alcanzó significación estadística, y c) aunque la validación de algunos rasgos de complejidad (resumidos en el J-score) resultó útil para predecir la recanalización fallida, fue de especial interés que en este registro se identificaran factores que lastran los resultados y son modificables, como el escaso uso de la IVUS o las bajas tasas de éxito por vía retrograda, que indican puntos de referencia para futuros estudios y dianas por las que empezar a trabajar para mejorar estos resultados.

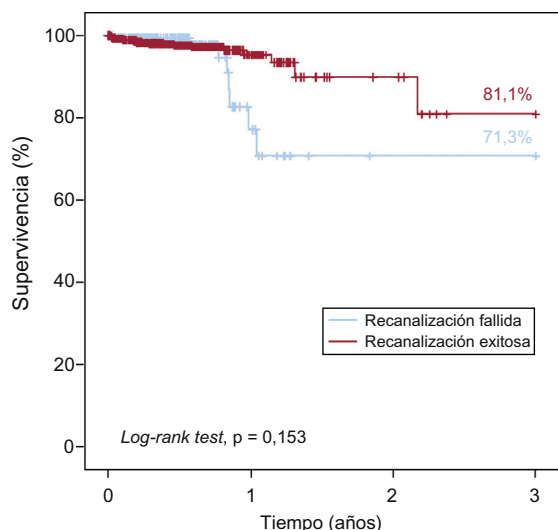
#### Características basales e indicación del procedimiento de desobstrucción

Los pacientes con OCT presentaron, como es característico, una alta incidencia de múltiples factores de riesgo cardiovascular y de

daño de otros órganos diana, así como enfermedad multivasa, con una media de SYNTAX anatómica de  $19,5 \pm 10,6$ , y lesiones complejas con J-score > 2 en el 17,3% de los pacientes. Esto coincide con los datos del *Canadian Multicentre CTO Registry*<sup>7</sup> y otros similares<sup>7,16-19</sup> que indicaban que las OCT aisladas solo se dan en un 47% de los pacientes. Es común que para los pacientes con enfermedad de un vaso o multivasa pero con otras comorbilidades o en caso de mala visualización de los lechos distales se descarte la cirugía. El tratamiento médico en esta situación ha resultado durante décadas la primera alternativa, pero una proporción importante de pacientes sigue presentando signos de isquemia o síntomas relevantes<sup>8-11</sup>; en concreto, hasta el 30% de los pacientes incluidos en el Registro Ibérico tenían angina en grado funcional III o IV de la *Canadian Cardiovascular Society*. Estos datos, junto con la mala evolución de los pacientes cuya recanalización resultó fallida frente a los exitosos, apuntan a que en nuestro entorno las indicaciones de una ICP sobre OCT son adecuadas.

#### Aspectos técnicos y variabilidad interhospitalaria

El empleo de técnicas de imagen como la IVUS o incluso la tomografía computarizada están poco extendidas en nuestro



Número en riesgo

Fracaso	206	182	92	31
Éxito	782	695	413	95

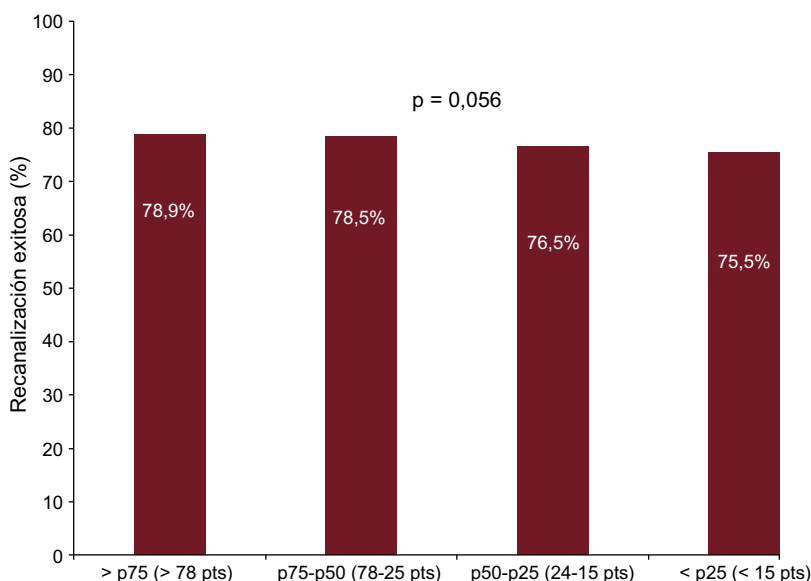
**Figura 2.** Curvas de supervivencia en función del éxito o el fracaso del tratamiento de la oclusión coronaria crónica.

entorno (~11%) pese a que podrían aportar beneficios diagnósticos y terapéuticos en casos con limitada visualización angiográfica. Ciertos estudios indican que la IVUS se emplea fundamentalmente en OCT más complejas y que incrementa la tasa de éxito. Esta técnica se emplea en más del 40% de los casos en el *Japanese Multicenter CTO Registry*<sup>20</sup> y en el *Multicenter Korean CTO Registry*<sup>21</sup>. Sin embargo, en el *European Registry of Chronic Total Occlusion*<sup>10,22</sup> las tasas son menores (el 2,9% del total; el 9,2% de las retrógradas) e indican, del mismo modo que el Registro Ibérico, que entre operadores menos expertos su uso puede ser menor. Habara et al.<sup>23</sup> ya habían analizado el impacto de la experiencia de los operadores, pues demostraron que la asistencia mediante IVUS para el cruce de la guía presenta una clara curva de aprendizaje que marca la

necesidad de apoyarse en operadores expertos para lograr un impacto positivo de esta técnica<sup>24</sup>. Lo mismo podría decirse del abordaje retrógrado, que en nuestra serie resulta predictor de complicaciones y es otro de los factores modificables para aumentar la tasa de éxito. No resulta predictor independiente de éxito el uso de 2 catéteres (uno para inyección contralateral), lo que podría indicar que tan solo se emplea esta estrategia en los casos más complejos y no en todos en los que puede resultar beneficiosa<sup>20,21</sup>; esta misma explicación puede darse al hecho de que la tasa de recanalización exitosa sea mayor en caso de la ICP sobre la arteria circunfleja, cuando en series previas ha resultado siempre menor<sup>20-23</sup>. De hecho, menos del 15% de los intentos se realizaron sobre dicha arteria, lo que señala que para un porcentaje no despreciable de pacientes que podrían beneficiarse de recanalización percutánea mediante técnicas específicas se estaría tomando el tratamiento médico como primera y única opción. Por otro lado, el hecho de que sufran más complicaciones los casos finalmente fallidos podría señalar otro potencial punto modificable para aumentar el éxito e identificar a los pacientes en riesgo de complicaciones, lo que permitiría detener el procedimiento o modificar el planteamiento antes de que estas ocurran.

### Impacto pronóstico

No es el objetivo de este estudio demostrar el impacto en la mortalidad, puesto que este es un aspecto controvertido que requiere estudios con diseños estrictos y grupo de control, pese a lo cual en el terreno de las OCT resultan frecuentemente cuestionados<sup>25</sup>. Sin embargo, destaca la baja tasa de complicaciones, sin casos de cirugía cardíaca urgente y con una mortalidad periprocedimiento de solo el 0,5%. Además, el claro beneficio funcional de los pacientes, que a su vez se asocia con menor mortalidad en el seguimiento ( $p < 0,001$ ) (tabla 4), confirma que en casos bien indicados hay beneficios innegables para nuestros pacientes tratados con recanalización de OCT. Aunque algunos estudios, como el SYNTAX<sup>26</sup> o el de Banerjee et al.<sup>18</sup>, compararon la revascularización percutánea de OCT frente a cirugía con resultados discretos en el brazo de revascularización percutánea, estas cohortes no son actuales y además incluyen a pacientes con



**Figura 3.** Tasa de éxito del procedimiento de recanalización percutánea de oclusiones coronarias crónicas en los diferentes centros participantes, divididos en cuartiles según el número de casos tratados en cada centro. pts: pacientes.



enfermedad multivasa, sin tener en consideración que los resultados de la cirugía son claramente peores cuando se emplean injertos de safena y no mamaria, lo que explicaría el escaso uso de la cirugía en pacientes con enfermedad de un solo vaso y en especial los que presentan oclusión de coronaria derecha, que habitualmente no es revascularizable con mamaria y que de hecho es la arteria más comúnmente afectada por OCT<sup>27–29</sup>. El Registro Ibérico indica que, aunque no es evidente en el primer año tras la intervención, podría reducirse significativamente la mortalidad en el seguimiento a más largo plazo y demuestra que actualmente la recanalización percutánea de OCT en pacientes sin indicación quirúrgica (por alto riesgo o baja puntuación SYNTAX) es una alternativa que tener en cuenta en nuestro medio, en especial para los pacientes cuyos síntomas e isquemia el tratamiento médico no logre paliar.

### Limitaciones

Las principales limitaciones del presente estudio residen en que, pese a haberse realizado de manera prospectiva y sistemática, los datos son declarativos y no monitorizados, sin análisis angiográfico centralizado. De hecho, los pacientes incluidos son los seleccionados para ICP por cada centro, lo que podría generar heterogeneidad entre las indicaciones clínicas. Este mismo motivo justifica que no se indiquen datos de pruebas de isquemia, puesto que la indicación se fijaba en cada centro y no se establecieron restricciones en este sentido en cuanto a criterios de inclusión; sin embargo, esto ayuda a reflejar fielmente la práctica clínica en nuestro entorno. Además, las complicaciones también podrían estar subestimadas, puesto que no se incluyó un registro sistemático de electrocardiogramas y determinaciones seriadas de marcadores de necrosis. Lo cierto es que la estricta definición de infarto o perforación puede incrementar la tasa general de complicaciones si se compara con otros registros menos rigurosos. En este sentido, deber tenerse en cuenta que no todas las complicaciones implican la misma carga de riesgo para el paciente, como lo ilustra el hecho de que ninguno falleciese durante el procedimiento ni requiriera cirugía de revascularización urgente. Finalmente, los datos de mejoría clínica se han basado en el estado de la disnea (*New York Heart Association*) y la angina (*Canadian Cardiovascular Society*), pero no se emplearon sistemáticamente cuestionarios específicos ni otros exámenes objetivos.

### CONCLUSIONES

El Registro Ibérico es el primer registro de ámbito nacional dirigido a intervencionismo en OCT, con un alto número de centros y pacientes incluidos. Estos pacientes presentan una complejidad clínico-anatómica similar a los de otros registros nacionales, con tasas comparables de éxito y complicaciones e importante impacto de la revascularización exitosa en la mejoría funcional.

### FINANCIACIÓN

Beca no condicionada de Abbott Vascular España.

### CONFLICTO DE INTERESES

J.M. de la Torre Hernández recibió becas no condicionadas para investigación por Boston y Abbott Vascular. J. Núñez Villota realizó conferencias patrocinadas por Abbott Vascular. El resto de los autores no presenta conflicto de intereses.

### ¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- El resultado de los procedimientos de recanalización percutánea sobre OCT genera controversia en la comunidad cardiológica. Las tasas de éxito de centros con alta experiencia en estas intervenciones no concuerdan con las obtenidas en registros de la práctica clínica más amplios. De hecho, se desconocen los resultados actuales de esta intervención en nuestro entorno.

### ¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- El Registro Ibérico es el primer registro contemporáneo de intervencionismo sobre OCT en nuestro entorno. La tasa media de recanalización exitosa fue del 74,9%, similar a las de otros registros nacionales. El empleo de IVUS fue predictor independiente de éxito y un *J-score* alto junto con el abordaje retrógrado lo fueron de fracaso. La recanalización exitosa tuvo un importante impacto en la mejoría funcional, que a su vez se asoció con menor mortalidad en el seguimiento.

### MATERIAL SUPLEMENTARIO



Se puede consultar material suplementario a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.03.011>.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Sianos G, Werner GS, Galassi AR, et al. Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention*. 2012;8:139–145.
2. Bell MR, Berger PB, Menke KK, Holmes Jr DR. Balloon angioplasty of chronic total coronary artery occlusions. What does it cost in radiation exposure, time, and materials? *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1992;25:10–15.
3. Suzuki S, Furui S, Kohtake H, et al. Radiation exposure to patient's skin during percutaneous coronary intervention for various lesions, including chronic total occlusions. *Circ J*. 2006;70:44–49.
4. Jiménez-Quevedo P, Serrador A, Pérez de Prado A, Pan M. 25th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2015). Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:1180–1189.
5. Serrador A, Jiménez-Quevedo P, Pérez de Prado A, Pan M. 26th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2016). Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. *Rev Esp Cardiol*. 2017;70:1110–1120.
6. Park SJ. Optimal medical therapy with or without stenting for coronary chronic total occlusion. ACC 2017. Disponible en: <http://www.acc.org/latest-in-cardiology/clinical-trials/2017/03/17/08/40/decision-cto>. Consultado 12 Mar 2018.
7. Fefer P, Knudtson ML, Cheema AN, et al. Current perspectives on coronary chronic total occlusions: the Canadian Multicenter Chronic Total Occlusions Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59:991–997.
8. Werner GS, Surber R, Kuethe F, et al. Collaterals and the recovery of left ventricular function after recanalization of a chronic total coronary occlusion. *Am Heart J*. 2005;149:129–137.
9. Nombela-Franco L, Iannaccone M, Anguera I, et al. Impact of chronic total coronary occlusion on recurrence of ventricular arrhythmias in ischemic secondary prevention implantable cardioverter-defibrillator recipients (VACTO Secondary Study): insights from coronary angiogram and electrogram analysis. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10:879–888.
10. Galassi AR, Tomasello SD, Reifart N, et al. In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCTO (European Registry of Chronic Total Occlusion) registry. *EuroIntervention*. 2011;7:472–479.
11. Claessen BE, van der Schaaf RJ, Verouden NJ, et al. Evaluation of the effect of a concurrent chronic total occlusion on long-term mortality and left ventricular

- function in patients after primary percutaneous coronary intervention. *JACC Cardiovasc Interv.* 2009;2:1128–1134.
12. Thompson CA, Jayne JE, Robb JF, et al. Retrograde techniques and the impact of operator volume on percutaneous intervention for coronary chronic total occlusions an early U.S. experience. *JACC Cardiovasc Interv.* 2009;2:834–842.
  13. Lo N, Michael TT, Moin D, et al. Periprocedural myocardial injury in chronic total occlusion percutaneous interventions: a systematic cardiac biomarker evaluation study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2014;7:47–54.
  14. Safley DM, Grantham JA, Hatch J, Jones PG, Spertus JA. Quality of life benefits of percutaneous coronary intervention for chronic occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;84:629–634.
  15. Grantham JA, Jones PG, Cannon L, Spertus JA. Quantifying the early health status benefits of successful chronic total occlusion recanalization: results from the FlowCardia's approach to chronic total occlusion recanalization (FACTOR) trial. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2010;3:284–290.
  16. Yamamoto E, Natsuaki M, Morimoto T, et al. CREDO-Kyoto PCI/CABG Registry Cohort-2 Investigators. Long-term outcomes after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion (from the CREDO-Kyoto registry cohort-2). *Am J Cardiol.* 2013;112:767–774.
  17. Srinivas VS, Brooks MM, Detre KM, et al. Contemporary percutaneous coronary intervention versus balloon angioplasty for multivessel coronary artery disease: a comparison of the National Heart, Lung and Blood Institute Dynamic Registry and the Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI) study. *Circulation.* 2002;106:1627–1633.
  18. Banerjee S, Master RG, Peltz M, et al. Influence of chronic total occlusions on coronary artery bypass graft surgical outcomes. *J Card Surg.* 2012;27:662–667.
  19. Jeroudi OM, Alomar ME, Michael TT, et al. Prevalence and management of coronary chronic total occlusions in a tertiary Veterans Affairs hospital. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;84:637–643.
  20. Okamura A, Yamane M, Muto M, et al. Complications during retrograde approach for chronic coronary total occlusion: Sub-analysis of Japanese multicenter registry. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;88:7–14.
  21. Hong SJ, Kim BK, Shin DH, et al. Usefulness of intravascular ultrasound guidance in percutaneous coronary intervention with second-generation drug-eluting stents for chronic total occlusions (from the Multicenter Korean-Chronic Total Occlusion Registry). *Am J Cardiol.* 2014;114:534–540.
  22. Galassi AR, Sianos G, Werner GS, et al. Retrograde recanalization of chronic total occlusions in Europe: procedural, in-hospital, and long-term outcomes from the multicenter ERCTO Registry. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65:2388–2400.
  23. Habara M, Tsuchikane E, Muramatsu T, et al. Comparison of percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion outcome according to operator experience from the Japanese retrograde summit registry. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;87:1027–1035.
  24. Tsujita K, Maehara A, Mintz GS, et al. Intravascular ultrasound comparison of the retrograde versus antegrade approach to percutaneous intervention for chronic total coronary occlusions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2009;2:846–854.
  25. Gutiérrez-Chico JL, Louvard Y. DECISION-CTO: A “negative” clinical trial? Really? *Cardiol J.* 2017;24:231–233.
  26. Farooq V, Serruys PW, Garcia-Garcia HM, et al. The negative impact of incomplete angiographic revascularization on clinical outcomes and its association with total occlusions: the SYNTAX (Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention with Taxus and Cardiac Surgery) trial. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61:282–294.
  27. Fefer P, Gannot S, Kochkina K, et al. Impact of coronary chronic total occlusions on long-term mortality in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2014;18:713–716.
  28. Cosgrove DM, Loop FD, Lytle BW, et al. Predictors of reoperation after myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1986;92:811–821.
  29. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med.* 1986;314:1–6.