

## Artículo original

## Resultados intrahospitalarios tras tratamiento percutáneo frente a quirúrgico en pacientes con estenosis aórtica y enfermedad arterial coronaria concomitante



Angela McInerney<sup>a</sup>, María García Márquez<sup>b</sup>, Gabriela Tirado-Conte<sup>a</sup>, José Luis Bernal<sup>b,c</sup>, Cristina Fernández-Pérez<sup>b,d</sup>, Pilar Jiménez-Quevedo<sup>a</sup>, Nieves Gonzalo<sup>a</sup>, Iván Núñez-Gil<sup>a</sup>, Náyade del Prado<sup>b</sup>, Javier Escaned<sup>a</sup>, Antonio Fernández-Ortiz<sup>a</sup>, Javier Elola<sup>b</sup> y Luis Nombela-Franco<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Instituto Cardiovascular, Hospital Clínico San Carlos, Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC), Madrid, Spain

<sup>b</sup> Fundación Instituto para la Mejora de la Asistencia Sanitaria, Madrid, Spain

<sup>c</sup> Servicio de Información y Control de Gestión, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, Spain

<sup>d</sup> Servicio de Medicina Preventiva, Área Sanitaria de Santiago de Compostela y Barbanza, Instituto de Investigaciones Sanitarias de Santiago (idis), Santiago de Compostela, A Coruña, Spain

## Historia del artículo:

Recibido el 11 de septiembre de 2022

Aceptado el 22 de diciembre de 2022

On-line el 29 de marzo de 2023

## Palabras clave:

Implante percutáneo de válvula aórtica  
Intervención coronaria percutánea  
Recambio valvular aórtico  
Cirugía de revascularización aortocoronaria  
Enfermedad arterial coronaria

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** La enfermedad coronaria (EC) es frecuente en pacientes con estenosis aórtica; sin embargo, la estrategia terapéutica óptima sigue siendo objeto de debate. Investigamos los resultados periprocedimiento en pacientes sometidos a implante percutáneo de válvula aórtica con intervención coronaria percutánea (TAVI/ICP) frente al recambio valvular aórtico con injerto de derivación de arteria coronaria (RVAo/CABG) en pacientes con estenosis aórtica con EC.

**Métodos:** Con los datos de alta del Sistema Nacional de Salud Español, se identificaron 6.194 pacientes (5.217 RVAo/CABG y 977 TAVI/ICP) entre 2016 y 2019. Se realizó un análisis emparejado por puntuación de propensión ajustado por características basales. El objetivo primario fue la mortalidad hospitalaria. Los objetivos secundarios fueron las complicaciones hospitalarias y rehospitalización cardiovascular a 30 días.

**Resultados:** Tras el emparejamiento, se seleccionaron 774 parejas de pacientes. La mortalidad total hospitalaria fue más frecuente en el grupo quirúrgico (3,4 frente a 9,4%,  $p < 0,001$ ), al igual que el ictus periprocedimiento (0,9 frente a 2,2%,  $p = 0,004$ ), fallo renal agudo (4,3 frente a 16,0%,  $p < 0,002$ ), transfusión (9,6 frente a 21,1%,  $p < 0,001$ ) y neumonía intrahospitalaria (0,1 frente a 1,7%,  $p = 0,001$ ). La implantación de marcapasos permanente fue más frecuente en el tratamiento percutáneo (12,0 frente a 5,7%,  $p < 0,001$ ). Los centros de menor volumen ( $< 130$  procedimientos por año) tuvieron mayor mortalidad hospitalaria para ambos procedimientos: TAVI/ICP (3,6 frente a 2,9%,  $p < 0,001$ ) y RVAo/CABG (9,3 frente a 6,8%,  $p < 0,001$ ). La rehospitalización cardiovascular a 30 días no difirió entre los grupos.

**Conclusiones:** En este estudio nacional contemporáneo, el tratamiento percutáneo de estenosis aórtica y EC tuvo menor mortalidad y morbilidad intrahospitalaria que la intervención quirúrgica. Los centros de mayor volumen presentaron menor mortalidad hospitalaria en ambos grupos, justificándose investigaciones futuras en centros nacionales de alto volumen.

© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### In-hospital outcomes following percutaneous versus surgical intervention in the treatment of aortic stenosis and concomitant coronary artery disease

## ABSTRACT

**Introduction and objectives:** Concomitant coronary artery disease (CAD) is prevalent among aortic stenosis patients; however the optimal therapeutic strategy remains debated. We investigated periprocedural outcomes among patients undergoing transcatheter aortic valve implantation with percutaneous coronary intervention (TAVI/PCI) vs surgical aortic valve replacement with coronary artery bypass grafting (SAVR/CABG) for aortic stenosis with CAD.

**Methods:** Using discharge data from the Spanish National Health System, we identified 6194 patients (5217 SAVR/CABG and 977 TAVI/PCI) between 2016 and 2019. Propensity score matching was adjusted

## Keywords:

Transcatheter aortic valve implantation  
Percutaneous coronary intervention  
Surgical aortic valve replacement  
Coronary artery bypass grafting  
Coronary artery disease

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luisnombela@yahoo.com (L. Nombela-Franco).

@luisnombela

for baseline characteristics. The primary outcome was in-hospital all-cause mortality. Secondary outcomes were in-hospital complications and 30-day cardiovascular readmission.

**Results:** Matching resulted in 774 pairs. In-hospital all-cause mortality was more common in the SAVR/CABG group (3.4% vs 9.4%,  $P < .001$ ) as was periprocedural stroke (0.9% vs 2.2%;  $P = .004$ ), acute kidney injury (4.3% vs 16.0%,  $P < .001$ ), blood transfusion (9.6% vs 21.1%,  $P < .001$ ), and hospital-acquired pneumonia (0.1% vs 1.7%,  $P = .001$ ). Permanent pacemaker implantation was higher for matched TAVI/PCI (12.0% vs 5.7%,  $P < .001$ ). Lower volume centers ( $< 130$  procedures/y) had higher in-hospital all-cause mortality for both procedures: TAVI/PCI (3.6% vs 2.9%,  $P < .001$ ) and SAVR/CABG (8.3 vs 6.8%,  $P < .001$ ). Thirty-day cardiovascular readmission did not differ between groups.

**Conclusions:** In this large contemporary nationwide study, percutaneous management of aortic stenosis and CAD with TAVI/PCI had lower in-hospital mortality and morbidity than surgical intervention. Higher volume centers had less in-hospital mortality in both groups. Dedicated national high-volume heart centers warrant further investigation.

© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Abreviaturas

EA: estenosis aórtica  
 CABG: cirugía de revascularización aortocoronaria  
 ICP: intervención coronaria percutánea  
 MPP: marcapasos permanente  
 RVAo: recambio valvular aórtico quirúrgico  
 TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica

## INTRODUCCIÓN

El implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) ha pasado a ser en la actualidad un tratamiento establecido para la estenosis aórtica (EA) grave. Múltiples estudios han mostrado unos resultados comparables y, en algunos casos, un mejor resultado del TAVI en comparación con el recambio valvular aórtico (RVAo) quirúrgico, sea cual sea el riesgo quirúrgico<sup>1</sup>. La presencia de una enfermedad coronaria coexistente que requiere revascularización se da en hasta un 20% de los pacientes con EA grave, y la prevalencia de la revascularización previa, ya sea mediante una intervención coronaria percutánea (ICP) o mediante cirugía de revascularización aortocoronaria (CABG) en esta cohorte es mucho más alta<sup>2–4</sup>. No obstante, continúan existiendo dudas acerca del tratamiento óptimo de estos pacientes, que han sido excluidos de la mayor parte de los ensayos aleatorizados. Algunos datos recientes han sugerido que la ICP es segura antes del TAVI, con unas tasas bajas de fallo en el vaso diana y la lesión diana a los 2 años<sup>5</sup>. Por otro lado, una revascularización incompleta o una puntuación SYNTAX (*Synergy Between PCI with Taxus and Cardiac Surgery*) residual alta confieren un mayor riesgo de eventos adversos cardiovasculares y cerebrovasculares mayores<sup>5,6</sup>. Las guías actuales sugieren que tanto el tratamiento de RVAo/CABG como el de TAVI/ICP pueden ser apropiados en los pacientes a los que se practican intervenciones de reemplazo de la válvula aórtica, pero en el contexto de una enfermedad coronaria compleja concomitante, puede optarse preferentemente por el empleo de RVAo y CABG<sup>7,8</sup>. Sin embargo, las comparaciones directas de TAVI/ICP frente a RVAo/CABG son escasas. Los metanálisis recientes de estudios publicados hasta la fecha han sugerido unos resultados a corto plazo comparables en los pacientes tratados con TAVI e ICP y en los tratados con RVAo y CABG, pero los estudios incluidos eran pequeños y con un riesgo elevado de sesgo<sup>9,10</sup>. Además, muchos estudios sobre esta importante cuestión clínica han incluido a pacientes de la época en la que el TAVI empezaba a ser aceptado

como un tratamiento viable para la EA, y es posible que ya no reflejen la práctica clínica actual, los dispositivos de la presente generación ni los resultados. En consecuencia, nuestro objetivo fue evaluar los resultados contemporáneos en pacientes tratados con ICP y TAVI en comparación con los tratados con RVAo y una CABG concomitante, en una población de ámbito nacional.

## MÉTODOS

### Población del estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional retrospectivo de todos los pacientes dados de alta de hospitales del Sistema Nacional de Salud de España tras un recambio valvular aórtico quirúrgico (RVAo) o un TAVI con una revascularización coronaria asociada, entre enero de 2016 y diciembre de 2019. La revascularización coronaria fue mediante CABG en los pacientes tratados con RVAo y mediante ICP en los tratados con TAVI. La revascularización se llevó a cabo en el mismo episodio de asistencia médica en los tratados con RVAo, y en un plazo de 6 meses antes del TAVI en los tratados con una intervención percutánea.

Los datos se extrajeron del conjunto mínimo básico de datos del Servicio Nacional de Salud de España utilizando la Clasificación Internacional de Enfermedades, 10ª edición (CIE-10). Los códigos de la CIE-10 utilizados para la extracción de datos sobre las intervenciones, las comorbilidades y las complicaciones se muestran en el [tabla 1 del material adicional](#). Las hospitalizaciones múltiples debidas a traslados entre hospitales se consideraron un mismo episodio de asistencia médica, que se atribuyó en este estudio al hospital de mayor complejidad. Se excluyó a los pacientes de edad  $< 18$  años, a los que se dio de alta en contra de la recomendación médica y a los que tuvieron una duración de la hospitalización de 1 día o menos antes de ser dados de alta con vida para su traslado al domicilio. Se excluyó también a los pacientes con una forma de presentación inicial de endocarditis infecciosa, shock cardiogénico o infarto agudo de miocardio, así como a los tratados de manera concomitante con una intervención mitral o tricuspídea. Por último, se excluyó también a los pacientes tratados con TAVI e ICP en el mismo episodio de asistencia médica (mismo ingreso hospitalario) ya que no era posible determinar si se trataba de intervenciones programadas o de rescate a causa de una obstrucción coronaria u otras complicaciones de la intervención.

El objetivo principal fue la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa. Los objetivos secundarios incluyeron las siguientes complicaciones periintervención: lesión renal aguda, infarto de miocardio periintervención, ictus periintervención, implante de

marcapasos permanente (MPP), duración de la hospitalización y reingreso por causa cardiovascular en 30 días. En un análisis secundario examinamos también la repercusión del volumen de intervenciones del hospital en los resultados. Dado el carácter retrospectivo del estudio y el uso de datos administrativos, no fue necesario obtener un consentimiento informado individual de los pacientes.

### Análisis estadístico

Las variables cualitativas se expresan en forma de número y porcentaje, mientras que las variables continuas se presentan en forma de media y desviación estándar (DE) o de mediana y rango intercuartílico [percentiles 25-75] según su tipo de distribución. Las variables cualitativas se analizaron con el empleo de la prueba de  $X^2$  o la prueba exacta de Fisher, y las diferencias en las variables continuas se analizaron con la prueba de t de Student bilateral o con la prueba de la U de Mann Whitney según su distribución por lo que respecta a la comparación sin emparejamiento.

Se especificaron y se ajustaron modelos de regresión logística de niveles múltiples para la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa, con el empleo de la metodología de los *Centers for Medicare and Medicaid Services* para la revascularización con derivación aortocoronaria, adaptada para la estructura de datos del conjunto mínimo básico de datos, tras la agrupación de los diagnósticos secundarios según las categorías de trastorno actualizadas anualmente por la *Agency for Healthcare Research and Quality*<sup>11,12</sup>. Las variables incluidas fueron las características iniciales que resultaron estadísticamente significativas en el análisis univariante con un valor de *odds ratio* (OR) > 1,00. A continuación se aplicó una regresión de eliminación retrógrada, con un nivel de significación para la inclusión de  $p < 0,05$  y para la eliminación de  $\geq 0,10$ . Se calcularon los cocientes de mortalidad por cualquier causa ajustados respecto al riesgo intrahospitalario a partir de estos modelos especificados. Se analizó gráficamente la calibración después de agrupar a los pacientes en deciles respecto a las probabilidades predichas, y la tabulación de la media de probabilidad esperada frente a la observada. La discriminación se evaluó mediante el área bajo las curvas de características operativas del receptor (AUROC).

Con objeto de reducir al mínimo el sesgo debido a diferencias de las características iniciales entre los 2 grupos, se aplicó un emparejamiento por puntuación de propensión para evaluar la repercusión del TAVI con ICP en comparación con el RVAo con CABG en la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa. El emparejamiento se llevó a cabo con el empleo de la opción *psmatch2* del programa Stata v16, con un modelo de regresión logística (opción *logit*) y un emparejamiento basado en la OR (opción *odds*), una relación 1:1 y un emparejamiento con el “vecino más próximo” y un margen de 0,05 sin reposición. De entre los episodios de tratamiento con TAVI e ICP, seleccionamos aquellos que tenían un perfil más similar a cada uno de los episodios de RVAo y CABG, según las variables que eran estadísticamente significativas en los modelos de ajuste del riesgo.

Se calculó la probabilidad de muerte intrahospitalaria, el efecto de las diferencias entre los grupos (promedio de efecto del tratamiento) y la OR con los intervalos de confianza del 95% (IC95%). Para evaluar si el emparejamiento era apropiado, se elaboraron gráficos de densidad Kernel para representar gráficamente las poblaciones antes y después del emparejamiento, y se calcularon las diferencias medias estandarizadas de todas las covariables. La comparación de las variables continuas y las variables cualitativas en los grupos con emparejamiento se hizo tal como se ha descrito antes para los grupos sin emparejar. Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ . Se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para estimar si

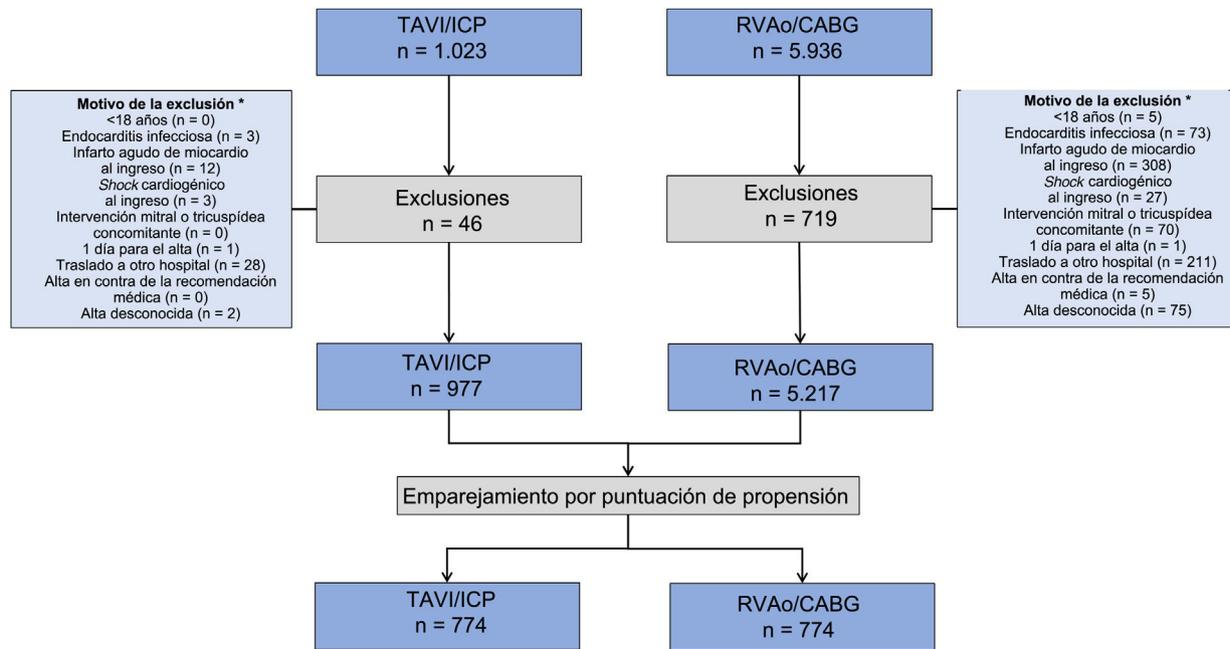
había o no un sesgo de selección en el grupo de TAVI/ICP al no haberse incluido los pacientes tratados con una ICP que fallecieron antes de que se les practicara el TAVI. Se analizó la situación de peor caso posible (en comparación con nuestro análisis original) calculando la tasa bruta de mortalidad por cualquier causa en los pacientes con un diagnóstico de EA a los que se practicó una ICP (EA/ICP) durante el periodo del estudio y no se los incluyó en ninguno de los 2 grupos del estudio (TAVI/ICP o RVAo/CABG). Estos pacientes se emparejaron según las puntuaciones de propensión con los pacientes del grupo de TAVI/ICP y se calculó la tasa bruta de mortalidad. Por último, comparamos las tasas de mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa de los centros de “bajo volumen” con la de los centros de “alto volumen”. Para diferenciar los centros de alto y bajo volumen se utilizó un algoritmo de agrupación de medias K, con el objetivo de obtener la máxima densidad intragrupal y la mínima densidad intergrupala. El modelo matemático se elaboró con dos tercios de la base de datos y se validó con el tercio restante. Calculamos el punto de corte para definir los centros de “bajo volumen” y de “alto volumen”, y se determinó la influencia del volumen de intervenciones en la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el empleo del programa Stata 16 (StataCorp, College Station, Texas, Estados Unidos) y del programa Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 21.0.

### RESULTADOS

Entre enero de 2016 y diciembre de 2019, se identificó a 6.194 pacientes que cumplían los criterios de inclusión (977 tratados con TAVI e ICP frente a 5.217 tratados con RVAo y CABG) (figura 1). Mientras que todas las intervenciones de CABG se llevaron a cabo durante el mismo episodio de asistencia médica que la intervención de RVAo, la mediana de tiempo transcurrido entre la ICP y el TAVI fue de 61 [RIC 30-107] días. Varias de las características iniciales mostraron diferencias entre los grupos. Los pacientes tratados con TAVI eran de mayor edad (81,1 frente a 72 años,  $p < 0,001$ ), incluían una mayor proporción de mujeres (40,3 frente a 26,4%,  $p < 0,001$ ) y era más frecuente que tuvieran antecedentes de insuficiencia cardíaca, CABG previo, insuficiencia renal crónica, fibrilación auricular y enfermedad pulmonar obstructiva crónica ( $p < 0,001$  en todas las comparaciones). En la tabla 1 se resumen las características iniciales de las cohortes con y sin emparejamiento.

### Cohortes con emparejamiento

El emparejamiento mediante puntuación de propensión dio lugar a 774 parejas. Las variables incluidas en el emparejamiento fueron: edad, sexo femenino, hipertensión, trastornos del metabolismo lipídico, diabetes, obesidad mórbida, otros trastornos endocrinos/metabólicos/nutricionales, insuficiencia renal crónica, antecedentes de CABG o de cirugía valvular, insuficiencia cardíaca congestiva, fibrilación auricular, presencia de marcapasos cardíaco, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, ictus, enfermedad hepática o biliar y enfermedad vascular o circulatoria. En la figura 2A,B se muestran los gráficos de densidad Kernel antes y después del emparejamiento. Aunque se alcanzó un emparejamiento bien ajustado, persistieron algunas diferencias. Los pacientes tratados con TAVI tenían con más frecuencia antecedentes de cirugía cardíaca previa (14,0 frente a 3,9%;  $p < 0,001$ ), hipertensión (57,6 frente a 50,5%;  $p = 0,005$ ) y MPP (7,4 frente a 4,9%;  $p = 0,044$ ). Sin embargo, la proporción de algunas variables (como la insuficiencia cardíaca y la insuficiencia renal crónica) entre los grupos era inversa antes y después del emparejamiento, con una frecuencia mayor en la cohorte de RVAo después del emparejamiento por puntuación de propensión.



\* Puede haber más de un motivo para la exclusión.

**Figura 1.** Diagrama de flujo en el que se muestran los pacientes incluidos y excluidos de la cohorte original. RVAo/CABG, recambio valvular aórtico quirúrgico/cirugía de revascularización aortocoronaria; TAVI/ICP, implante percutáneo de válvula aórtica con intervención coronaria percutánea.

**Resultados intrahospitalarios**

En la **tabla 2** se resumen los resultados intrahospitalarios de las 2 cohortes. El objetivo principal (tasa bruta de mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa) fue menor en el grupo emparejado de TAVI que en el de RVAo (promedio de efecto del

tratamiento: 3,4 frente a 9,4%; OR = 0,34; IC95%, 0,20-0,54; p < 0,001) (**figura 3**). Tras la aplicación del análisis de sensibilidad, se obtuvo una tasa bruta de mortalidad por cualquier causa de 3,4% en los pacientes con un diagnóstico de EA tratados con una ICP (EA/ICP) durante el periodo de estudio que no se habían incluido en ninguno de los 2 grupos de comparación. Si se sumara esta tasa

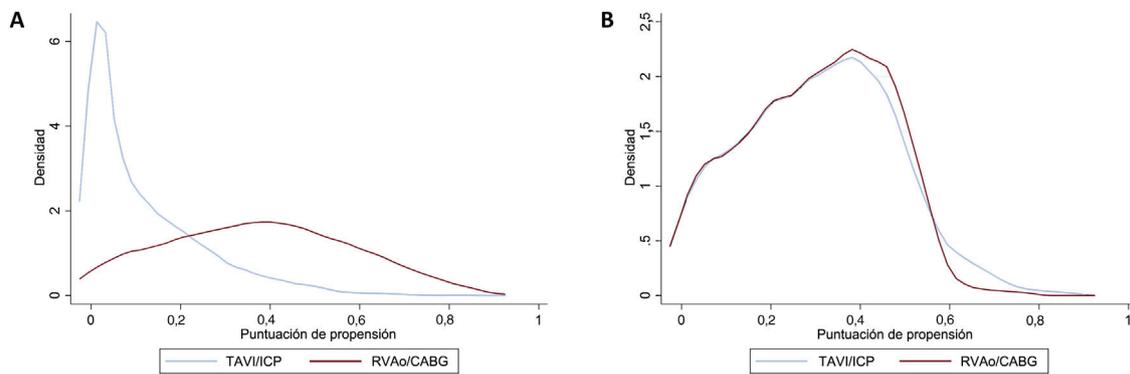
**Tabla 1**  
Características iniciales de la cohorte con emparejamiento y sin emparejamiento

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento			DME
	TAVI+ICP (n=977)	RVAo+CABG (n=5.217)	p	TAVI e ICP (n=774)	RVAo+CABG (n=774)	p	
Edad, años	81,1 ± 6,3	72,0 ± 8,3	< 0,001	79,7 ± 6,2	80,3 ± 5,5	0,019	0,08
Sexo femenino	394 (40,3)	1.377 (26,4)	< 0,001	281 (36,3)	335 (43,3)	0,005	0,13
Obesidad mórbida; otros trastornos endocrinos/metabólicos/nutricionales (CT 22, 26)	98 (10)	417 (8)	0,034	77 (10)	121 (15,6)	0,001	0,15
Diabetes (CT 17-19, 123)	394 (40,3)	1.868 (35,8)	0,007	318 (41,1)	348 (45)	0,124	0,07
Hipertensión (CT 95)	534 (54,7)	3.021 (57,9)	0,058	446 (57,6)	391 (50,5)	0,005	0,13
Trastornos del metabolismo lipóide (CT 25),	509 (52,1)	2.629 (50,4)	0,328	414 (53,5)	392 (50,7)	0,263	0,05
Insuficiencia renal crónica (CT 136-140)	222 (22,7)	600 (11,5)	< 0,001	155 (20)	226 (29,2)	< 0,001	0,19
Antecedentes de CABG o cirugía valvular	125 (12,8)	162 (3,1)	< 0,001	108 (14)	30 (3,9)	< 0,001	0,51
Insuficiencia cardíaca congestiva (CT 85)	266 (27,2)	756 (14,5)	< 0,001	165 (21,3)	255 (33)	< 0,001	0,23
Fibrilación auricular (I48.0; I48.1; I48.2)	203 (20,8)	464 (8,9)	< 0,001	139 (18)	208 (26,9)	< 0,001	0,19
Presencia de marcapasos cardíacos (Z95.0)	74 (7,6)	151 (2,9)	< 0,001	57 (7,4)	38 (4,9)	0,044	0,11
EPOC (CT 111)	131 (13,4)	443 (8,5)	< 0,001	93 (12)	137 (17,7)	0,002	0,14
Ictus (CT 99-100)	3 (0,3)	10 (0,2)	0,38	3 (0,4)	2 (0,3)	0,654	0
Enfermedad hepática o biliar (CT 27-32)	34 (3,5)	151 (2,9)	0,307	25 (3,2)	41 (5,3)	0,044	0,09
Enfermedad vascular o circulatoria (CT 106-109)	159 (16,3)	861 (16,5)	0,848	134 (17,3)	107 (13,8)	0,058	0,1

CABG, cirugía de revascularización aortocoronaria; EPOC, enfermedad pulmonar obstructiva crónica; ICP, intervención coronaria percutánea; RVAo, recambio valvular aórtico quirúrgico; DME, diferencia media estandarizada; TAVI, implante percutáneo de válvula aórtica; AIT, accidente isquémico transitorio.

Los valores se expresan en forma de número (%) o media ± desviación estándar.

CT: categorías de trastorno. Diagnósticos secundarios agrupados en factores de riesgo (Pope et al)<sup>11,12</sup>.



**Figura 2.** Gráficos de densidad Kernel correspondientes a (A) antes y (B) después del emparejamiento. Se emparejó a los pacientes en función de las siguientes variables: edad, sexo, diabetes, obesidad, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, antecedentes de fibrilación auricular, ictus previo, insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca, hepatopatía e insuficiencia respiratoria en la presentación clínica inicial. RVAo/CABG, recambio valvular aórtico quirúrgico con cirugía de revascularización aortocoronaria; TAVI/ICP, implante percutáneo de válvula aórtica con intervención coronaria percutánea.

bruta de mortalidad al promedio de efecto del tratamiento en el grupo de TAVI calculado en el análisis original (3,4%, mejor caso posible), se obtendría una mortalidad por cualquier causa en el peor caso posible de 6,8% en comparación con el promedio de efecto del tratamiento con RVAo/CABG: 9,4%,  $p < 0,005$ . Otras complicaciones intrahospitalarias como el ictus periintervención (0,9 frente a 2,2%;  $p = 0,004$ ), la necesidad de transfusiones de sangre (9,6 frente a 21,1%;  $p < 0,001$ ), la lesión renal aguda (4,3 frente a 16,0%;  $p < 0,001$ ), las complicaciones pericárdicas (1,4 frente a 3,0%;  $p = 0,037$ ) y la neumonía intrahospitalaria (0,1 frente a 1,7%;  $p = 0,001$ ) fueron también más frecuentes en el grupo de RVAo. Las complicaciones vasculares (2,2 frente a 0,5%;  $p = 0,004$ ) y la necesidad de implante de un MPP en el hospital fueron mayores en los pacientes tratados con TAVI (12,0 frente a 5,7%;  $p < 0,001$ ). La duración de la estancia, tanto en la unidad de cuidados intensivos como en el total de la hospitalización, fue significativamente

mayor en los pacientes tratados con RVAo/CABG que en los tratados con TAVI/ICP. Se dispuso de datos sobre el reingreso por causas cardiovasculares en un plazo de 30 días para todos los pacientes, y no se observaron diferencias entre los grupos.

### Predictores de la mortalidad hospitalaria

El modelo de regresión logística multivariante utilizado para la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa mostró una discriminación aceptable, con un valor de AUROC de 0,70. Al incluir en este modelo las intervenciones, el RVAo mostró un riesgo de mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa superior al observado con el TAVI (OR = 3,1; IC95%, 2,1-4,5;  $p < 0,001$ ).

También investigamos si el volumen de intervenciones tenía o no alguna influencia en la mortalidad intrahospitalaria por

**Tabla 2**  
Objetivos clínicos tras la intervención en las cohortes de TAVI/ICP y de RVAo/CABG

Objetivos clínicos	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	TAVI e ICP (n=977)	RVAo y CABG (n=5.217)	p	TAVI e ICP (n=774)	RVAo y CABG (n=774)	p
Mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa	3,0	7,0	<0,001	3,4	9,4	<0,001
Ictus periintervención (CT 100)	1,0	1,7	0,103	0,9	2,2	0,04
Lesión renal aguda (CT 135)	4,7	10,3	<0,001	4,3	16,0	<0,001
Transfusiones de sangre	11,1	19,1	<0,001	9,6	21,1	<0,001
Complicaciones pericárdicas <sup>a</sup>	1,5	3,5	0,001	1,4	3,0	0,037
Infarto agudo de miocardio (CT 86)	0,4	1,4	0,013	0,5	1,2	0,164
Complicaciones vasculares <sup>b</sup>	3,0	0,6	<0,001	2,2	0,5	0,004
Neumonías por aspiración y bacterianas especificadas (CT 114)	0,2	1,2	0,006	0,1	1,7	0,001
Implante de un marcapasos permanente <sup>c</sup>	13,0	3,5	<0,001	12,0	5,7	<0,001
Fibrilación auricular de nueva aparición	1,3	2,8	0,007	1,0	2,5	0,033
Duración del ingreso en cuidados intensivos	0 [0-1]	2 [0-4]	<0,001	0 [0-1]	2 [0-4]	<0,001
Duración de la hospitalización (días)	7 [6-10]	12 [9-20]	<0,001	7 [5-10]	14 [9-23]	<0,001
Reingreso por causa cardiovascular en 30 días	7,55	7,8	0,63	6,4	6,8	0,810

CABG, Cirugía de revascularización aortocoronaria; ICP, intervención coronaria percutánea; RVAo, recambio valvular aórtico quirúrgico; TAVI, implante percutáneo de válvula aórtica.

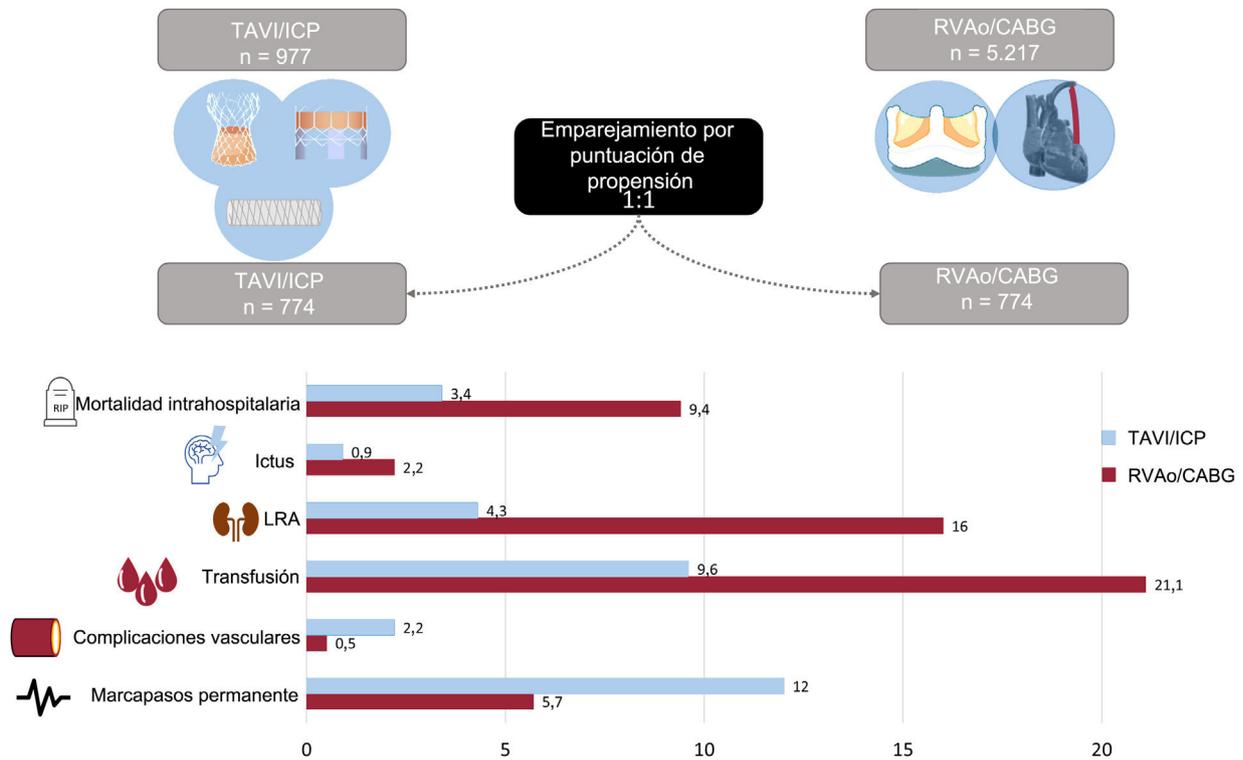
Los valores se expresan en forma de número (%) o mediana [rango intercuartílico].

<sup>a</sup> Complicaciones pericárdicas incluidas las de pericarditis, derrame pericárdico, hemopericardio, taponamiento cardíaco y necesidad de pericardiocentesis o ventana pericárdica.

<sup>b</sup> Complicaciones vasculares incluida la punción accidental o la fístula arteriovenosa.

<sup>c</sup> Calculado solamente para los pacientes sin marcapasos permanente preexistente.

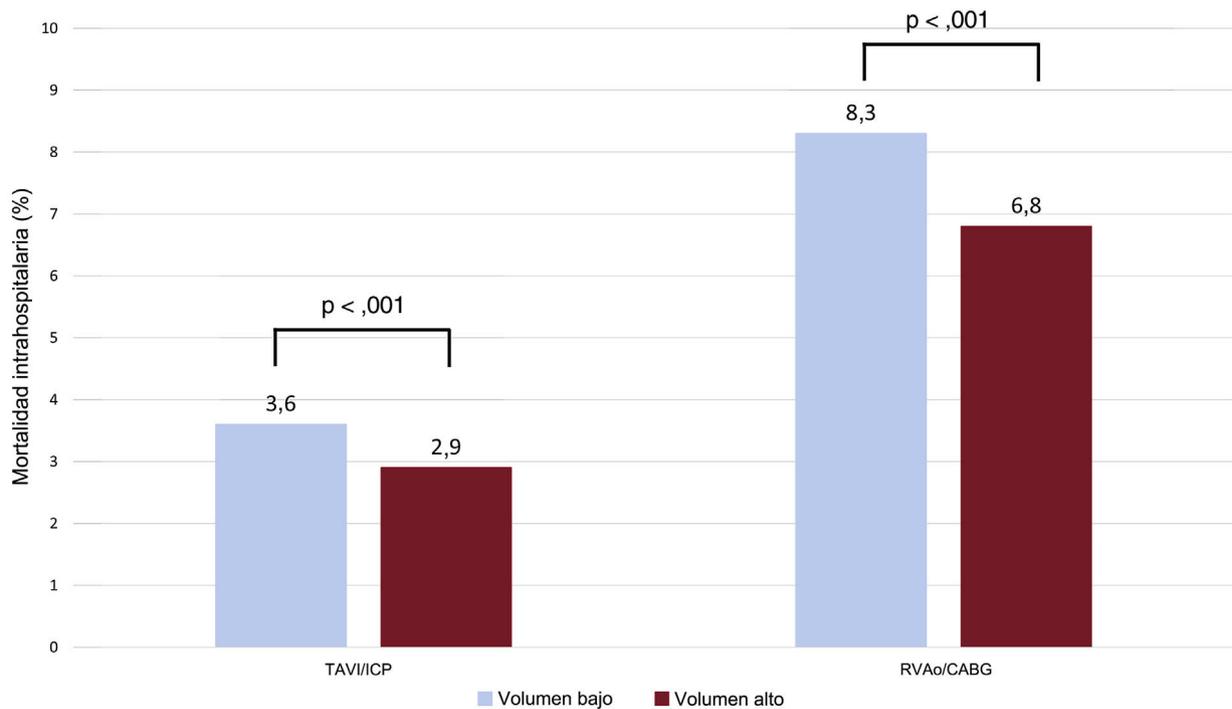
CT: categorías de trastorno. Diagnósticos secundarios agrupados respecto a factores de riesgo (Pope *et al*)<sup>11</sup>.



**Figura 3.** Figura central. Complicaciones intrahospitalarias en los pacientes tratados con TAVI/ICP en comparación con los tratados con RVAo/CABG. LRA, lesión renal aguda; RVAo/CABG, recambio valvular aórtico quirúrgico con cirugía de revascularización aortocoronaria; TAVI/ICP, implante percutáneo de válvula con cirugía de revascularización aortocoronaria con intervención coronaria percutánea.

cuales cualquier causa. Con el empleo de un algoritmo de agrupamiento con medias K, un valor de corte de 130 intervenciones al año para el tratamiento con TAVI/ICP y con RVAo/CABG era el óptimo para mostrar una diferencia en cuanto al objetivo principal. Los centros que realizaban < 130 intervenciones al

año mostraron un aumento del riesgo de mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa ajustada respecto al riesgo: TAVI/ICP 3,6 frente a 2,9%;  $p < 0,001$  y RVAo/CABG 8,3 frente a 6,8%;  $p < 0,001$  para los centros de volumen bajo y alto, respectivamente (figura 4).



**Figura 4.** Diferencias de mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa en los pacientes tratados con TAVI/ICP o con RVAo/CABG según el volumen de intervenciones del centro (bajo < 130, alto  $\geq$  130 intervenciones al año). RVAo/CABG, recambio valvular aórtico quirúrgico con cirugía de revascularización aortocoronaria; TAVI/ICP, implante percutáneo de válvula aórtica con intervención coronaria percutánea.

## DISCUSIÓN

Nuestro estudio presenta los resultados obtenidos en una población amplia, emparejada por puntuación de propensión, de pacientes sintomáticos con EA y enfermedad coronaria grave a los que se trató de forma exclusivamente percutánea (TAVI e ICP) o exclusivamente quirúrgica (RVAo y CABG concomitantes). Los principales resultados son los siguientes: a) la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa fue más frecuente en los pacientes tratados con RVAo/CABG que en los tratados con TAVI/ICP, con una OR de 3,1; b) las complicaciones periintervención, incluidas las de ictus periintervención, necesidad de transfusiones de sangre, lesión renal aguda, complicaciones pericárdicas y neumonía intrahospitalaria, fueron más frecuentes en el grupo de RVAo/CABG; c) las tasas de implante de MPP antes del alta fueron el doble de altas en la cohorte de TAVI/ICP en comparación con la cohorte de RVAo/CABG; d) el volumen de intervenciones tuvo una influencia significativa en la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa en ambos grupos (tratamiento percutáneo y tratamiento quirúrgico).

La enfermedad coronaria tiene una prevalencia elevada en los pacientes que presentan una EA grave sintomática y la revascularización coronaria continúa planteando un dilema clínico a la hora de elegir entre el tratamiento de TAVI y el de RVAo. Incluso la propia indicación para la revascularización puede ser difícil de establecer con certeza, debido al considerable solapamiento existente entre los síntomas de la enfermedad coronaria y los de la EA grave. No obstante, las guías actuales recomiendan la revascularización para la estenosis  $\geq 70\%$  en los segmentos proximales, y se ha descrito un aumento de casi 10 veces en la revascularización percutánea antes del TAVI<sup>7,13</sup>. Dado que se han mostrado repetidas veces unos resultados equivalentes con el TAVI y el RVAo, el concepto de un abordaje exclusivamente percutáneo en presencia de una enfermedad coronaria constituye una opción atractiva y menos invasiva. Los datos obtenidos en registros respaldan el empleo de un método percutáneo, con un buen resultado en los pacientes a los que se practica una ICP antes del TAVI, sea cual sea la complejidad anatómica<sup>5</sup>. Sin embargo, las comparaciones directas de los tratamientos con TAVI/ICP o con RVAo/CABG son escasas. Los únicos datos de estudios aleatorizados disponibles hasta la fecha sobre este tema son los aportados por el ensayo SURTAVI<sup>14</sup>. En este estudio, un subgrupo de pacientes con enfermedad coronaria (puntuación SYNTAX  $\leq 22$  sin afectación del tronco coronario izquierdos) se asignaron aleatoriamente a una revascularización mediante ICP, en los tratados con TAVI, o mediante CABG, en los tratados con RVAo, y no se observaron diferencias en la mortalidad por cualquier causa ni en los ictus a los 30 días o a los 2 años. De igual modo, en un análisis *post hoc* del estudio PARTNER 3 no se observó ninguna diferencia en el objetivo combinado de muerte por cualquier causa, ictus o reingreso hospitalario (*hazard ratio* = 0,52; IC95%, 0,11-2,49) en un pequeño subgrupo de pacientes tratados con un TAVI y una ICP concomitante ( $n = 32$ ) en comparación con el RVAo con CABG ( $n = 58$ )<sup>2</sup>. Muchos de los demás datos proceden de estudios de registros observacionales. En un análisis con emparejamiento por puntuación de propensión del registro OBSERVANT, Barbanti *et al.*<sup>15</sup> no observaron ninguna diferencia en la mortalidad temprana en los pacientes tratados con TAVI/ICP en comparación con los tratados con RVAo/CABG y, de igual modo, un análisis de la base de datos *National Inpatient Sample* de Estados Unidos entre los años 2012 y 2017 no encontró tampoco diferencias entre los grupos en cuanto a la mortalidad intrahospitalaria<sup>13</sup>, si bien un análisis más reciente de esta base de datos, con la inclusión solo de los pacientes tratados entre 2016 y 2017 mostró una OR ajustada de la mortalidad intrahospitalaria inferior en el grupo de TAVI/ICP (OR = 0,32; IC95%, 0,17-0,62;

$p = 0,001$ )<sup>16</sup>. Más recientemente, en el contexto de la enfermedad coronaria compleja (tronco principal izquierdo o puntuación SYNTAX  $> 22$ ), no se observaron diferencias en los eventos adversos cardiovasculares o cerebrovasculares mayores a los 3 años entre los pacientes tratados con TAVI/ICP y los tratados con RVAo/CABG, si bien la tasa de nuevas revascularizaciones fue mayor en el grupo de TAVI/ICP<sup>17</sup>.

A diferencia de lo observado en estos estudios, en el nuestro se observó un aumento de la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa en los pacientes tratados con RVAo/CABG en comparación con los tratados con TAVI/ICP. Una posible explicación sería que, en nuestro estudio, la revascularización percutánea se llevó a cabo en etapas, antes del TAVI, lo cual dejaba tiempo a los pacientes para recuperarse, mientras que en los estudios antes citados se incluyó el empleo de TAVI/ICP concomitante en algunos pacientes, aunque no en todos. Además, en nuestro estudio, no se incluyó a los pacientes a los que se practicó una ICP y fallecieron antes del TAVI. Sin embargo, en nuestro análisis de sensibilidad, en el que se intentó tener en cuenta este aspecto, el tratamiento con TAVI/ICP continuó mostrando una mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa inferior a la del tratamiento con RVAo/CABG al tener en cuenta las tasas de mortalidad en la "situación del peor caso posible". Por último, en especial en los estudios observacionales retrospectivos, la ICP puede haberse realizado como consecuencia de una complicación del TAVI y no como intervención programada, y ello puede explicar la ausencia de diferencias de mortalidad entre los grupos en comparación con nuestro estudio, en el que se excluyó a los pacientes a los que se practicó la ICP y el TAVI en el mismo episodio de asistencia médica con objeto de descartar a los pacientes en los que la ICP hubiera sido consecuencia de una complicación o hubiera constituido un tratamiento de 'rescate'. El subanálisis de la base de datos *National Inpatient Sample* publicado por Patlolla *et al.*<sup>13</sup> parece respaldar una estrategia terapéutica basada en la realización de las intervenciones percutáneas en etapas. En ese estudio, los pacientes tratados con una ICP en etapas, seguida de un TAVI, mostraron una reducción de la mortalidad intrahospitalaria, en comparación con los tratados con TAVI/ICP el mismo día. En cambio, el tratamiento concomitante con RVAo y CABG se lleva a cabo de forma simultánea, con lo que el tiempo de intervención y el tiempo de *bypass* cardiopulmonar es mayor, lo cual puede explicar en parte el aumento de la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa observado en el grupo de RVAo/CABG en nuestro estudio. Aunque nuestro estudio aporta datos importantes sobre esta cuestión, es claro que serán necesarios estudios prospectivos y aleatorizados específicos para comparar con mayor detalle el tratamiento de TAVI/ICP con el de RVAo/CABG. El ensayo TCW (NCT03424941), actualmente en proceso de inscripción de pacientes, tiene como objetivo examinar esta cuestión con el empleo de un abordaje más matizado de la revascularización percutánea, con una determinación previa de la reserva fraccional de flujo y el uso de dispositivos de una generación más reciente.

La aparición de una lesión renal aguda fue mayor en el grupo de RVAo/CABG que en el de TAVI/ICP, y esta observación ha sido uniforme en todos los estudios de comparación del TAVI con el RVAo realizados hasta la fecha, con o sin revascularización<sup>9,18-20</sup>. La capacidad de revascularizar en etapas, antes de la intervención de TAVI, puede llevar a una reducción del uso de medios (de contraste) nefrotóxicos, con una menor lesión renal posterior y un mayor tiempo para la recuperación de la función renal entre las intervenciones. Cuando se les da a elegir, la opción de realizar la ICP y el TAVI en etapas distintas parece ser la preferida por muchos médicos, de tal manera que tanto el estudio SURTAVI<sup>14</sup> como el estudio de Barbanti *et al.*<sup>15</sup> han mostrado un predominio de las

intervenciones de ICP en etapas (59% y 92%, respectivamente), a pesar de que no se especificó *a priori* el uso de esas etapas (en el estudio SURTAVI, se fomentaron las intervenciones concomitantes de TAVI e ICP). Posteriormente, las tasas de lesión renal aguda en estos estudios fueron similares a las del presente estudio. Sin embargo, las intervenciones de CABG y RVAo en etapas no se recomiendan pero la intervención de RVAo/CABG concomitante es de mayor duración, y un mayor tiempo de *bypass* cardiopulmonar se ha asociado anteriormente a una mayor incidencia de lesión renal aguda<sup>21</sup>. Esta consideración puede ser de especial importancia en los pacientes con enfermedad renal crónica, que es una comorbilidad de gran prevalencia en los pacientes con EA sintomática (y que se daba en el ~20% de nuestra cohorte). Nunca se resaltarán suficientemente la importancia de evitar la lesión renal aguda periintervención, puesto que se ha observado de manera uniforme que la lesión renal aguda es un predictor de la mortalidad a corto y a largo plazo tanto en la población tratada con TAVI como con RVAo, tanto si hay una disfunción renal preexistente como si no<sup>20–23</sup>. La menor incidencia de esta complicación en la población tratada con TAVI/ICP es, pues, una consideración importante que tener en cuenta al elegir entre las estrategias exclusivamente percutánea o exclusivamente quirúrgica para los pacientes con una EA grave y una enfermedad coronaria concomitante, y el empleo de TAVI/ICP ofrece ciertas ventajas a este respecto.

La necesidad de un MPP continúa siendo una dificultad en el TAVI, y nuestro estudio muestra de nuevo un aumento de la necesidad de MPP en los pacientes tratados con TAVI en comparación con los tratados con RVAo. Sin embargo, es evidente que la tasa de uso de MPP después del TAVI se ha ido reduciendo de forma constante, y se refleja en la necesidad de MPP menor en nuestro estudio en comparación con lo observado en el ensayo SURTAVI, y similar a la del reciente estudio de Barbanti<sup>14,15</sup>. Una explicación probable es la de que nuestro estudio incluyó todos los tipos de válvulas percutáneas disponibles y a pacientes más contemporáneos (inclusión en el período 2016–2019) en comparación con el ensayo SURTAVI, en el que se incluyeron solo válvulas autoexpandibles y se incluyó a los pacientes en el período 2012–2016. Los avances recientes en las técnicas de implante, en especial para el TAVI con las válvulas autoexpandibles, han conducido a una disminución de la necesidad de marcapasos en los estudios más contemporáneos, y la adopción de estas técnicas en los diversos centros puede explicar las menores tasas de MPP observadas en nuestro estudio.

En este estudio, la experiencia del centro, que se refleja en el volumen de intervenciones, mostró un efecto en la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa. Tanto para el tratamiento de TAVI/ICP como para el de RVAo/CABG, un volumen de intervenciones < 130 al año se asoció a un aumento de la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa, en comparación con los centros que realizaban  $\geq$  130 intervenciones al año. La asociación entre el volumen de intervenciones y los resultados se ha observado ya anteriormente en un metanálisis de He *et al.*, y en un análisis del registro TVT<sup>24–26</sup>. De manera similar a lo indicado por nuestro estudio, se ha observado una reducción de la mortalidad intrahospitalaria y a 30 días, así como de otras complicaciones periintervención, como hemorragias e ictus, con el aumento del volumen de intervenciones en los estudios antes mencionados<sup>24–26</sup>. En los pacientes que requieren una revascularización coronaria y también un tratamiento de una EA grave hay una complejidad inherente, que hace que estas observaciones no resulten extrañas. Sin embargo, estos resultados resaltan la posible repercusión beneficiosa en los resultados de los centros cardiacos especializados de alto volumen que disponen de capacidades quirúrgicas y de intervención percutánea combinadas y actúan como centros terciarios de referencia; y esto deberá ser objeto de análisis y futura investigación.

## Limitaciones

Este estudio se llevó a cabo usando una base de datos del Servicio Nacional de Salud y tiene ciertas limitaciones inherentes a su diseño. Así, no se dispuso de algunos de los datos de determinados pacientes, incluidos los datos de exploraciones de imagen, análisis de laboratorio y datos anatómicos específicos relativos a la enfermedad coronaria de los pacientes (puntuación SYNTAX) y a la anatomía de la raíz aórtica. Estas variables no disponibles no pudieron obtenerse y es posible que introduzcan un sesgo de selección respecto a la decisión terapéutica, a pesar del emparejamiento por puntuación de propensión. La exactitud de los datos se basa en la codificación adecuada realizada en el hospital, y hay una propensión a infravalorar algunas de las complicaciones. Además, los pacientes que fallecieron durante o después de la intervención de ICP o antes del TAVI programado no se incluyeron en los cálculos de la tasa bruta de mortalidad por cualquier causa, por lo que la tasa de mortalidad por cualquier causa en el grupo de TAVI/ICP puede haberse subestimado. Sin embargo, las características específicas de las intervenciones realizadas, y el objetivo utilizado para la valoración consistente en la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa hicieron que la asignación de un código incorrecto para el objetivo principal fuera muy improbable en comparación con la de otras complicaciones intrahospitalarias. Aunque el emparejamiento por puntuación de propensión tiene como finalidad reducir al mínimo las diferencias entre las cohortes, persistieron algunas diferencias. Además, no puede descartarse la presencia de factores de confusión no identificados, y no podemos descartar tampoco la posibilidad de que estos factores influyeran en los resultados. Así pues, serán necesarios nuevos estudios de confirmación en el futuro. Por otra parte, no se dispuso de un seguimiento a largo plazo para los pacientes incluidos, por lo que nuestros resultados se limitan a las complicaciones intrahospitalarias y a los reingresos hospitalarios por causa cardiovascular en un plazo de 30 días. Por consiguiente, no pudimos evaluar las posibles ventajas de la intervención quirúrgica en los pacientes de menor edad en un seguimiento a largo plazo.

## CONCLUSIONES

En una base de datos amplia contemporánea de ámbito nacional, en los pacientes con una EA grave sintomática y una enfermedad coronaria concomitante que requería revascularización, la intervención percutánea (TAVI/ICP) produjo una disminución de la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa, el ictus periintervención, las necesidades de transfusiones de sangre, la lesión renal aguda y la neumonía intrahospitalaria, en comparación con el RVAo junto con una CABG concomitante. Los pacientes de la cohorte de TAVI presentaron una mayor necesidad de implantes de MPP. En ambos tratamientos, una mayor experiencia del centro se asoció a una reducción de la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa. Estos resultados son una consideración importante para la comunidad cardiológica que trata a pacientes con EA y una enfermedad coronaria concomitante y sugieren la posible utilidad de un abordaje exclusivamente percutáneo en estos pacientes complejos.

## FINANCIACIÓN

Ninguna.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

A. McInerney, M. García-Márquez, J.L. Bernal, C. Fernández-Pérez, J. Elola, L. Nombela-Franco: contribuciones sustanciales al

concepto o diseño del trabajo; o en la obtención, análisis o interpretación de los datos para el estudio, redacción de la versión preliminar del trabajo o revisión crítica de contenido intelectual importante y aprobación de la versión final a publicar.

G. Tirado-Conte, P. Jiménez-Quevedo, N. Gonzalo, I. Núñez-Gil, N. Prado, J. Escaned, A. Fernández-Ortiz: redacción de la versión preliminar del trabajo o revisión crítica de contenido intelectual importante y aprobación de la versión final a publicar.

## CONFLICTO DE INTERESES

L. Nombela-Franco ha recibido pagos por consultoría de Edwards Lifesciences y Abbott Vascular. Los demás autores no tienen ninguna relación que declarar.

## ¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- La enfermedad coronaria está presente en el ~20% de los pacientes que presentan una EA grave sintomática.
- Los datos existentes de comparación de la estrategia quirúrgica (RVAo y CABG) con la estrategia percutánea (TAVI e ICP) en estos pacientes son limitados, y por consiguiente, continúa existiendo una controversia respecto a su tratamiento óptimo.

## ¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- En este análisis con emparejamiento por puntuación de propensión, el tratamiento en etapas con TAVI/ICP produjo una reducción de la mortalidad intrahospitalaria por cualquier causa en comparación con el tratamiento concomitante de reemplazo quirúrgico de válvula aórtica y cirugía de revascularización coronaria (RVAo/CABG).
- Otras complicaciones periintervención como las de ictus, transfusiones de sangre, lesión renal aguda, complicaciones pericárdicas y neumonía intrahospitalaria fueron más frecuentes en el grupo de RVAo/CABG, mientras que la necesidad de implante de un marcapasos permanente fue más común en el grupo de TAVI/ICP.
- Estos resultados sugieren que un abordaje percutáneo para la presencia concomitante de EA y enfermedad coronaria puede reducir tanto la morbilidad como la mortalidad periintervención.

## ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2022.12.011>

## BIBLIOGRAFÍA

- Siontis GCM, Overtchouk P, Cahill TJ, et al. Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical aortic valve replacement for treatment of symptomatic severe aortic stenosis: an updated meta-analysis. *Eur Heart J*. 2019;40:3143-3153.
- Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019;380:1695-1705.
- Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, et al. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2017;376:1321-1331.
- Leon MB, Smith CR, Mack MJ, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2016;374:1609-1620.
- Faroux L, Campelo-Parada F, Munoz-García E, et al. Procedural Characteristics and Late Outcomes of Percutaneous Coronary Intervention in the Workup Pre-TAVR. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13:2601-2613.
- Witberg G, Zusman O, Codner P, Assali A, Kornowski R. Impact of Coronary Artery Revascularization Completeness on Outcomes of Patients With Coronary Artery Disease Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis of Studies Using the Residual SYNTAX Score (Synergy Between PCI With Taxus and Cardiac Surgery). *Circ Cardiovasc Interv*. 2018;e006000.
- Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43:561-632.
- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021;143:e72-e227.
- Kotronias RA, Bray JH, Scarsini R, et al. Transcatheter aortic valve replacement and percutaneous coronary intervention versus surgical aortic valve replacement and coronary artery bypass grafting in patients with severe aortic stenosis and concomitant coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020;96:1113-1125.
- Tarus A, Tinica G, Bacusca A, et al. Coronary revascularization during treatment of severe aortic stenosis: A meta-analysis of the complete percutaneous approach (PCI plus TAVR) versus the complete surgical approach (CABG plus SAVR). *J Card Surg*. 2020;35:2009-2016.
- Pope GC, Ellis RP, Ash AS, et al. Principal inpatient diagnostic cost group model for Medicare risk adjustment. *Health Care Financ Rev*. 2000;21:93-118.
- Services CfMaM. Procedure-Specific Measure Updates and Specifications Report Hospital-Level 30-Day Risk-Standardized Mortality Measure Isolated Coronary Artery Bypass Graft (CABG) Surgery - Version 6.0. 2019. Disponible en: <https://medicine.yale.edu/core/>. Consultado 7 Mar 2022.
- Patlolla SH, Schaff HV, Dearani JA, et al. Aortic Stenosis and Coronary Artery Disease: Cost of Transcatheter vs Surgical Management. *Ann Thorac Surg*. 2022;114:659-666.
- Sondergaard L, Popma JJ, Reardon MJ, et al. Comparison of a Complete Percutaneous versus Surgical Approach to Aortic Valve Replacement and Revascularization in Patients at Intermediate Surgical Risk: Results from the Randomized SURTAVI Trial. *Circulation*. 2019. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.039564>.
- Barbanti M, Buccheri S, Capodanno D, et al. Transcatheter or surgical treatment of severe aortic stenosis and coronary artery disease: A comparative analysis from the Italian OBSERVANT study. *Int J Cardiol*. 2018;270:102-106.
- Abugroun A, Osman M, Awadalla S, Klein LW. Outcomes of Transcatheter Aortic Valve Replacement With Percutaneous Coronary Intervention versus Surgical Aortic Valve Replacement With Coronary Artery Bypass Grafting. *Am J Cardiol*. 2020;137:83-88.
- Alperi A, Mohammadi S, Campelo-Parada F, et al. Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Patients With Complex Coronary Artery Disease. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14:2490-2499.
- Kolte D, Vlahakes GJ, Palacios IF, et al. Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Low-Risk Patients. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:1532-1540.
- Siontis GC, Praz F, Pilgrim T, et al. Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical aortic valve replacement for treatment of severe aortic stenosis: a meta-analysis of randomized trials. *Eur Heart J*. 2016;37:3503-3512.
- McInerney A, Rodes-Cabau J, Veiga G, et al. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in patients with morbid obesity: a multicentre propensity score-matched analysis. *EuroIntervention*. 2022;18:e417-e427.
- Li Z, Fan G, Zheng X, et al. Risk factors and clinical significance of acute kidney injury after on-pump or off-pump coronary artery bypass grafting: a propensity score-matched study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;28:893-899.
- Moriyama N, Laakso T, Raivio P, et al. Acute Kidney Injury Following Aortic Valve Replacement in Patients Without Chronic Kidney Disease. *Can J Cardiol*. 2021;37:37-46.
- Kumar N, Garg N. Acute kidney injury after aortic valve replacement in a nationally representative cohort in the USA. *Nephrol Dial Transplant*. 2019;34:295-300.
- He J, Zhang Z, Wang H, Cai L. The Relation between Volume and Outcome of Transcatheter and Surgical Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Ther*. 2020;2601340.
- Carroll JD, Vemulapalli S, Dai D, et al. Procedural Experience for Transcatheter Aortic Valve Replacement and Relation to Outcomes: The STS/ACC TVT Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:29-41.
- Vemulapalli S, Carroll JD, Mack MJ, et al. Procedural Volume and Outcomes for Transcatheter Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med*. 2019;380:2541-2550.