

Artículo original

Ecocardiografía transtorácica previa al procedimiento para predecir los resultados de la reparación percutánea de borde a borde en la insuficiencia mitral primaria crónica



Alon Shechter^{a,b,c,*}, Vivek Patel^a, Danon Kaewkes^{a,d}, Mirae Lee^{a,e}, Gloria J. Hong^f, Ofir Koren^{a,g}, Tarun Chakravarty^a, Keita Koseki^{a,h}, Takashi Nagasaka^{a,i}, Sabah Skaf^a, Moody Makar^a, Raj R. Makkar^a y Robert J. Siegel^{a,j,*}

^a Department of Cardiology, Smidt Heart Institute, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, Estados Unidos

^b Department of Cardiology, Rabin Medical Center, Petach Tikva, Israel

^c Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

^d Department of Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Tailandia

^e Division of Cardiology, Department of Medicine, Samsung Changwon Hospital, Changwon, República de Corea

^f Department of Medicine, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, Estados Unidos

^g Rappaport Faculty of Medicine, Technion Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

^h Department of Cardiovascular Medicine, The University of Tokyo, Tokyo, Japón

ⁱ Department of Cardiovascular Medicine, Gunma University Graduate School of Medicine, Maebashi, Japón

^j David Geffen School of Medicine, University of California Los Angeles, Los Angeles, Estados Unidos

Historia del artículo:

Recibido el 21 de septiembre de 2023

Aceptado el 4 de diciembre de 2023

On-line el 16 de marzo de 2024

Palabras clave:

Insuficiencia mitral

Reparación mitral percutánea de borde a borde

Reparación percutánea de la válvula mitral MitraClip

Ecocardiografía transtorácica

Pronóstico

RESUMEN

Introducción y objetivos: Hay pocos datos sobre la utilidad pronóstica de la ecocardiografía transtorácica antes de una MitraClip para la insuficiencia mitral (IM) primaria crónica. El objetivo del estudio es evaluar su capacidad predictiva en este contexto.

Métodos: Se incluyó a un total de 410 pacientes (media de edad, 83 años; el 60,7% varones). El objetivo primario fue el combinado de mortalidad por cualquier causa y las hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca a 1 año. Los objetivos secundarios fueron los elementos individuales del objetivo primario, la persistencia de incapacidad funcional significativa o IM superior a moderada a 1 año y la IM superior a leve a 1 mes.

Resultados: Un diámetro telesistólico indexado del ventrículo izquierdo $\geq 2,1$ cm/m², correspondiente al cuarto cuartil de la cohorte, fue el único parámetro asociado con el objetivo primario del estudio (HR = 2,44; IC95%, 1,09–4,68; p = 0,022). Asimismo un mayor volumen de la aurícula izquierda indexado (VALi) y un diámetro del anillo mitral medial-lateral (MAD) medido en mesodiástole mayor o igual que la mediana de la cohorte de 32,2 mm se relacionaron con mayores probabilidades de muerte y hospitalización por IC respectivamente. Un VALi ≥ 60 ml/m², una calcificación del anillo mitral mayor que leve y una insuficiencia tricuspídea mayor que moderada confrieron mayores probabilidades de estar en clase funcional III-IV o de persistencia de la IM en grado mayor que moderado. Todas las variables, excepto el VALi y la MAD, y un MAD $\geq 20,2$ mm/m² y un área del orificio regurgitante efectivo mitral $\geq 0,40$ cm² se asociaron con una IM mayor que leve al cabo de 1 mes.

Conclusiones: El aumento de las dimensiones indexadas del hemicardio izquierdo antes del procedimiento, principalmente el diámetro telesistólico indexado del ventrículo izquierdo, el diámetro y la calcificación del anillo mitral, el área del orificio regurgitante efectivo mitral y la insuficiencia tricuspídea, marca una evolución menos favorable tras el implante de MitraClip en la IM primaria crónica.

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

Preprocedural transthoracic echocardiography for predicting outcomes of transcatheter edge-to-edge repair for chronic primary mitral regurgitation

ABSTRACT

Introduction and objectives: Limited data exist on the prognostic usefulness of transthoracic echocardiography preceding MitraClip for chronic primary mitral regurgitation (MR). We evaluated the predictive ability of transthoracic echocardiography in this setting.

Keywords:

Mitral regurgitation

Mitral transcatheter edge-to-edge repair

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2024.02.005>

* Autores para correspondencia.

Correo electrónico: alonshechter@gmail.com (A. Shechter), Robert.Siegel@cshs.org (R.J. Siegel).

✉ @ShechterAlon

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.12.001>

0300-8932/© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Transcatheter mitral valve repair
MitraClip
Transthoracic echocardiography

Methods: A total of 410 patients (median age, 83 years, 60.7% males) were included in the study. The primary outcome was the 1-year composite of all-cause mortality or heart failure hospitalization. Secondary endpoints encompassed individual elements of the primary outcome, the persistence of significant functional impairment or above-moderate MR at 1 year, and above-mild MR at 1-month.

Results: The only parameter associated with the risk of the primary outcome was a ventricular end systolic diameter index of ≥ 2.1 cm/m², corresponding to the cohort's 4 th quartile (HR, 2.44; 95%CI, 1.09–4.68; P = .022). Concurrently, higher left atrial volume index (LAVi) and a mid-diastolic medial-lateral mitral annular diameter (MAD) equal to or above the cohort's median of 32.2 mm were linked to a higher probability of death and heart failure hospitalization, respectively. LAVi of ≥ 60 mL/m², above-mild mitral annular calcification, and above-moderate tricuspid regurgitation conferred higher odds of functional class III-IV or above-moderate MR persistence. All variables except LAVi and MAD, as well as indexed mid-diastolic medial-lateral MAD of ≥ 20.2 mm/m² and mitral effective regurgitant orifice area of ≥ 0.40 cm², were associated with greater-than-mild MR at 1 month.

Conclusions: Preprocedural increased indexed left heart dimensions, mainly left ventricular end-systolic diameter index, MAD, mitral annular calcification, mitral effective regurgitant orifice area, and tricuspid regurgitation mark a less favorable course post-MitraClip for chronic primary MR.

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

Abreviaturas

DAM: diámetro del anillo mitral
DTSVli: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo indexado
IMiP: insuficiencia mitral primaria
M-L: medial-lateral
TEER: reparación percutánea borde a borde de la válvula mitral
VALi: volumen de la aurícula izquierda indexado

INTRODUCCIÓN

La reparación percutánea borde a borde (TEER) de la válvula mitral es un tratamiento bien establecido para la insuficiencia mitral primaria (IMiP) crónica¹. Aunque muestra unos excelentes resultados estructurales a corto plazo, la intervención tiene como principal reto unos resultados clínicos que no llegan a ser óptimos y que podrían optimizarse mejorando la selección de los pacientes. La ecocardiografía transtorácica (ETT), una modalidad de diagnóstico por la imagen no invasiva, muy estandarizada y fácilmente disponible, desempeña un papel clave en el cribado de los pacientes candidatos a una TEER mitral y es posible que resulte útil también para fines de estratificación del riesgo. Sin embargo, hasta la fecha no se ha establecido el valor pronóstico de la ETT previa a la intervención en el contexto de la TEER para una IMiP crónica.

Los estudios previos que evaluaron la utilidad de las exploraciones de imagen en el triaje de los pacientes para quienes se plantea la posible conveniencia de la TEER se han centrado en parámetros de la ecocardiografía transesofágica (ETE)², han evaluado solo unas pocas variables de la ETT simultáneamente, han incorporado características clínicas en los análisis³ o se han llevado a cabo en cohortes de IMi funcional^{4–9} o heterogéneas^{10–15}. De igual modo, los factores de las exploraciones de imagen incluidos en los actuales modelos de predicción del resultado de la TEER mitral no se han validado exclusivamente en población con IMiP crónica^{16–19}. Con objeto de abordar esta laguna del conocimiento, se evalúa el valor pronóstico de parámetros comunes de la ETT obtenidos antes de la TEER para una IMiP crónica utilizando los datos de un amplio registro de la práctica clínica real.

MÉTODOS

Disponibilidad de los datos

Los datos utilizados para este artículo se pondrán a disposición de otros investigadores tras una solicitud razonada a los autores para correspondencia.

Población del estudio y objetivos

Nuestro estudio constituye un análisis retrospectivo de la base de datos Cedars-Sinai de intervenciones consecutivas de TEER realizadas entre el 1 de enero de 2013 y el 1 de enero de 2021 en pacientes adultos, para una IMi moderada-grave o mayor acompañada de una disfunción miocárdica o síntomas a pesar de un tratamiento médico máximo tolerado. Cada una de las intervenciones se llevó a cabo después de un examen del caso por parte del equipo cardíaco, que tuvo en cuenta el estado general del paciente evaluado clínicamente, el riesgo quirúrgico formal o estandarizado y la operabilidad, la evidencia científica publicada y las preferencias del paciente.

Los criterios de inclusión en el estudio fueron: a) un diagnóstico de IMiP crónica, basado en la presencia de un aparato valvular morfológicamente anormal en la evaluación realizada durante la ETE llevada a cabo durante la intervención; b) la realización de una primera TEER aislada, y c) la disponibilidad de una ETT que pudiera examinarse antes de la intervención.

El objetivo principal fue la combinación de mortalidad por cualquier causa u hospitalización por insuficiencia cardíaca (IC) durante el primer año posterior a la intervención. Los objetivos secundarios fueron cada uno de los componentes del objetivo principal y la persistencia de un deterioro funcional significativo al cabo de 1 año, según lo indicado por una clase funcional III-IV de la *New York Heart Association* (NYHA) o una IMi mayor que moderada. También se examinó la presencia de una IMi mayor que leve al cabo de 1 mes.

El estudio se atuvo a lo establecido en la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de revisión ética del Cedars-Sinai, que eximió de la necesidad de un consentimiento informado.

Características de la intervención

El único sistema utilizado en el registro fue el MitraClip (Abbott Vascular Inc., Estados Unidos). Todas las intervenciones se llevaron a cabo con anestesia general y se utilizaron un abordaje transeptal

y una vía de acceso venoso femoral. Se utilizó ETE, fluoroscopia y cateterismo cardiaco derecho para la guía y la monitorización. El éxito técnico se definió como el despliegue real del dispositivo, no acompañado de intervención quirúrgica ni complicaciones mayores en las primeras 24 h²⁰.

Evaluación ecocardiográfica

Las ecocardiografías las realizaron y las interpretaron ecografistas experimentados y ecocardiólogos con formación de nivel III, según lo establecido en las guías aceptadas^{21–23}. El sistema de ecografía utilizado fue EPIQ (Philips, Estados Unidos). Para el posprocesamiento se utilizaron PICOM365 (Scilimage, Estados Unidos), QLAB 12.0 (Philips, Estados Unidos) y TomTec Arena (TomTec Imaging Systems, Alemania) en las mediciones bidimensionales (2 D), tridimensionales (3 D) y de *speckle-tracking* (rastreo de marcas) respectivamente.

Todos los parámetros fueron evaluados en múltiples proyecciones enfocadas y con ampliación. Para cada variable estructural de carácter continuo, se calculó un valor indexado respecto al área de superficie corporal. Por lo que respecta a las variables hemodinámicas, se tomaron el valor máximo o el valor medio en función de la regularidad del ritmo. Con objeto de asegurar la fiabilidad y la uniformidad, todos los parámetros continuos determinados en la situación inicial fueron medidos por 2 investigadores del estudio (A. Shechter y M. Lee) que no conocían los antecedentes médicos de los pacientes. Además, se compararon algunos de los parámetros mitrales y del ventrículo izquierdo (VI) con los obtenidos en la ETE realizada durante la intervención y con los de las exploraciones de tomografía computarizada cardiaca (TCC) realizadas antes de la intervención respectivamente. Estas últimas exploraciones se llevaron a cabo en los pacientes para quienes se consideraba al mismo tiempo la posibilidad de un reemplazo valvular.

Los parámetros ecocardiográficos relativos a la válvula mitral (VM) fueron la gravedad de la insuficiencia, el gradiente medio de presión transmitral (GMPT), la velocidad máxima de la onda E, la presencia y el grado de calcificación del anillo mitral (CAM), la calcificación de las valvas, el diámetro del anillo mitral (DAM) y la fijación o restricción de las valvas. La gravedad de la IMi se evaluó mediante la integración de medidas cualitativas y cuantitativas y se clasificó en grados 0 (como máximo mínima), 1 (leve o de leve a moderada), 2 (moderada), 3 (de moderada a grave) o 4 (grave). La velocidad máxima de la onda E y el GMPT se infirieron a partir del registro del trazado de flujo de entrada mitral de onda pulsada (PW) o de onda continua (CW) respectivamente. La CAM se evaluó de forma semicualitativa y se describió como superior a leve cuando afectaba a más de una tercera parte de la circunferencia del anillo en la proyección paraesternal de eje corto²⁴ o cuando protruía al VI en las proyecciones apicales. La inmovilidad de las valvas se cuantificó en función de los ángulos de cierre de la valva en la proyección paraesternal de eje largo (PLAX). La longitud del DAM anterior-posterior (AP) y medial-lateral (M-L) se midió en mesodiástole y telediástole en las proyecciones PLAX y tetracameral apical respectivamente.

Las variables no relacionadas con la VM fueron la función y las dimensiones de las cámaras, las valvulopatías concomitantes, la presión arterial pulmonar sistólica (PAPS) y el *strain* (deformación) longitudinal global del VI (SLGVI). La fracción de eyección del VI (FEVI) y los volúmenes de las cámaras cardiacas izquierdas se calcularon mediante el método biplanar de discos de Simpson, mientras que la función global del ventrículo derecho (VD) se evaluó de forma cualitativa. El índice de masa del VI se calculó con la fórmula de la *American Society of Echocardiography*. El desplazamiento sistólico del anillo tricuspídeo (TAPSE) correspon-

dió al desplazamiento vertical del borde lateral del anillo tricuspídeo según el trazado de modo M en la proyección tetracameral apical. La insuficiencia tricuspídea (IT) se cuantificó de un modo similar al usado para la IMi. La PAPS se calculó combinando el gradiente máximo de presión de IT derivado de la CW, con la presión auricular derecha estimada; esta última vino dada por el diámetro de la vena cava inferior y la colapsabilidad revelada en las proyecciones subcostales. El SLGVI se calculó de forma semiautomática tras la aplicación de ajustes manuales del ciclo cardiaco y los bordes del trazado, según fuera necesario, mediante el promedio de las determinaciones del *strain* endocárdico en las ventanas apicales.

La mejora y la normalización del patrón de flujo venoso pulmonar (PFVP) evaluado durante la intervención requerían, respectivamente, cualquier aumento o la aparición de un valor ≥ 1 en el cociente de velocidad sistólica/diastólica máxima en la interrogación de PV o PW.

Obtención de los datos

Se llevó a cabo una evaluación de los pacientes en la situación inicial, al alta del hospital y 1 mes y 1 año después de la intervención. Se extrajeron los datos de la historia clínica electrónica actualizada en tiempo real por el personal médico y por autoridades estatales.

Análisis estadístico

Las variables se presentan en forma de frecuencia y porcentaje o mediana [intervalo intercuartílico]. Para algunas de las variables continuas se evaluó la posible correlación y el cambio a lo largo del tiempo mediante el coeficiente *r* de Pearson o la prueba de Wilcoxon respectivamente. La fiabilidad interobservadores por lo que respecta a los parámetros continuos de la ETT se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

Para determinar las asociaciones con los objetivos, se llevaron a cabo análisis multivariantes de regresión logística de Cox y binaria, en los que se incluyeron los parámetros de ETT iniciales para los que se ha percibido o demostrado previamente una significación pronóstica^{3,17} y mostraban un valor de $p < 0,1$ en los modelos univariantes. Las variables continuas se evaluaron como tales y también en forma dicotómica, utilizando las medianas y los cuartiles primero y cuarto de la cohorte, así como con los umbrales para la intervención mencionados en las guías^{25,26}. Se elaboraron modelos con la inclusión y la exclusión del SLGVI.

Se realizó un análisis más detallado de la incidencia acumulada del objetivo principal y de cada uno de sus componentes por separado en función de los parámetros de la ETT detectados por los modelos de regresión, utilizando la prueba de orden logarítmico (*log-rank test*) y se presentaron gráficamente con el método de Kaplan-Meier.

Con objeto de abordar los posibles factores de confusión hallados mediante los modelos de regresión «solo ecográficos», se elaboraron modelos «exhaustivos» para el objetivo principal y sus componentes. Además de los parámetros de ETT previos a la intervención, estos modelos incluyeron los parámetros clínicos iniciales y las características de la intervención que mostraban frecuencias diferentes en los pacientes con y sin signos en la ETT asociados con el riesgo del objetivo principal (según lo determinado mediante la prueba de χ^2 de Pearson, la prueba exacta de Fisher o la prueba de la U de Mann-Whitney), así como el año de realización de la TEER, la generación del dispositivo utilizado y la disponibilidad de datos respecto al grado de IMi al cabo de 1 mes.

Los casos con valores no disponibles fueron censurados para el análisis en los cálculos pertinentes. La significación estadística se

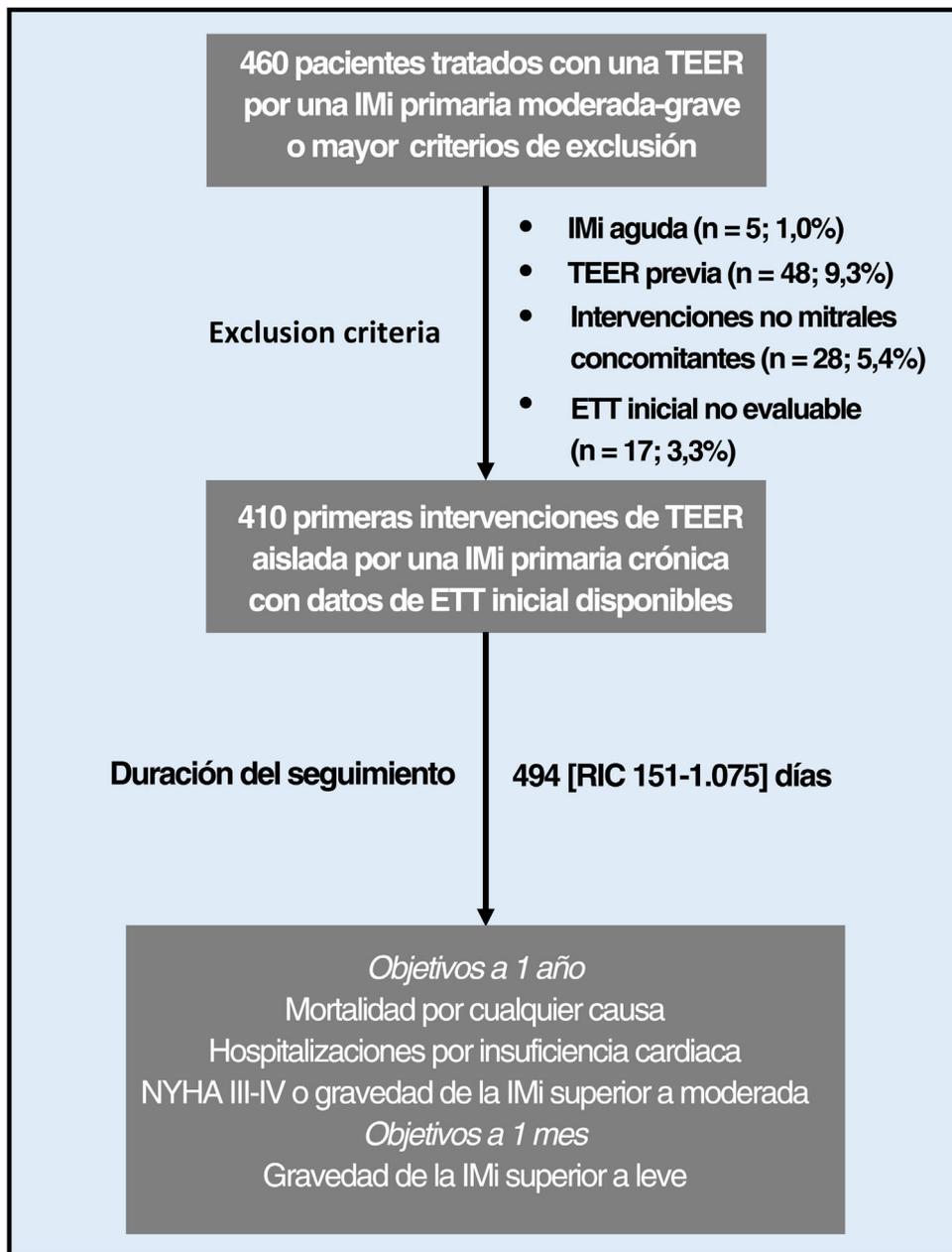


Figura 1. Diagrama de flujo del estudio. ETT: ecocardiografía transtorácica; IMi: insuficiencia mitral; NYHA: *New York Heart Association*; TEER: reparación percutánea borde a borde.

definió como un valor de p bilateral $< 0,05$. Todos los análisis se llevaron a cabo con el programa informático SPSS 24 (IBM Corporation, Estados Unidos).

RESULTADOS

Características de la población del estudio en la situación inicial

Se incluyó en el análisis a un total de 410 pacientes que fueron objeto de un seguimiento durante una mediana de 494 [151-1.075] días (figura 1). Estos pacientes se caracterizaban por una mediana de edad de 83 [76-88] años, un predominio del sexo masculino ($n = 249$, 60,7%) y una gran carga de comorbilidades, en su mayor parte hipertensión (tabla 1). La IC era muy sintomática, según indica la clase NYHA III-IV en 377 pacientes (91,9%). En

consonancia con este perfil, el riesgo de la intervención fue medio a alto.

En la ETT inicial, llevada a cabo 25 [8-54] días antes de la intervención, se puso de manifiesto una IMi grave en la mayoría de los pacientes ($n = 349$, 85,5%) (tabla 2). En términos generales, la IMi se atribuyó a una enfermedad degenerativa en 403 pacientes (98,3%), calcificación del anillo o las valvas en 6 (1,5%) y una combinación de ambas cosas en 1 (0,2%). Casi la mitad de los pacientes ($n = 195$, 47,6%) tenían una FEVI $\leq 60\%$ o un diámetro telesistólico del VI (DTSVI) $\geq 4,0$ cm. Hubo una proporción similar de pacientes que mostraron un volumen de la aurícula izquierda indexado (VALi) ≥ 60 ml/m², y poco más de un tercio tenían una CAM y una PAPS > 50 mmHg. La mediana del SLGVI fue $-15,9\%$ [$-18,9$ a $-12,3$]. Es importante señalar que la fiabilidad interobservadores fue buena para todos los parámetros de carácter continuo (CCI $> 0,87$; $p < 0,001$). Además, el DAM mesodiastólico estaba

Tabla 1
Características clínicas basales

	Cohorte total (n = 410)
Características demográficas	
<i>Edad</i>	
Mediana (años)	83 [76-88]
≥ 75 años	318 (77,6)
Varones	249 (60,7)
Área de superficie corporal (fórmula Mosteller) (m ²)	1,77 [1,59-2,00]
Comorbilidades	
Obesidad, índice de masa corporal ≥ 30	53 (12,9)
Diabetes mellitus	77 (18,9)
Hipertensión	332 (81,2)
Tabaquismo	12 (2,9)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	50 (12,2)
Anemia	238 (58,0)
Enfermedad renal crónica en estadio ≥ III	309 (76,3)
Antecedentes de IM, ICP o CABG	120 (29,3)
Antecedentes de ictus o accidente isquémico transitorio	52 (12,7)
Enfermedad arterial periférica	35 (8,6)
Fibrilación/aleteo auricular	220 (53,7)
Manifestaciones de la insuficiencia cardiaca	
<i>Clase de la New York Heart Association</i>	
II	33 (8,0)
III	176 (42,9)
IV	201 (49,0)
Puntuación KCCQ12 (puntos)	42,2 [20,8-66,2]
Distancia recorrida en la prueba de los 6 min de marcha (m)	244 [150-335]
Péptido natriurético cerebral en suero (pg/ml)	328 [175-639]
Riesgo de la intervención	
Puntuación STS para la reparación de la válvula mitral	5,2 [2,9-8,0]
Puntuación de la base de datos internacional de insuficiencia mitral	9 (8-10)
MitraScore	3 (2-4)
Tratamiento	
<i>Medicaciones</i>	
Bloqueadores beta	250 (61,0)
Inhibidores del sistema renina-angiotensina	186 (45,4)
Antagonistas del receptor de mineralocorticoides	44 (10,7)
Diuréticos del asa	283 (69,0)
Antiarrítmicos	68 (16,6)
Antiagregantes plaquetarios	231 (56,3)
Anticoagulantes orales	182 (44)
<i>Dispositivo cardíaco implantable</i>	
Total	69 (16,8)
Cualquier desfibrilador	17 (4,1)
Cualquier marcapasos	62 (15,1)

CABG: cirugía de revascularización coronaria; ICP: intervención coronaria percutánea; IM: infarto de miocardio; KCCQ: Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire; STS: Society of Thoracic Surgeons.

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

correlacionado con el correspondiente valor telediastólico, la ETE paralela y el área de VM en la ETE 3 D (r de Pearson ≥ 0,72; p < 0,001). La TCC, obtenida en 79 pacientes (19,3%) en un plazo de 0 [0-8] días respecto a la ETT previa a la intervención, reveló unos volúmenes del VI indexados que estaban correlacionados, de todos modos, con las observaciones ecocardiográficas (r de Pearson ≥ 0,77; p < 0,001).

Tabla 2
Datos ecocardiográficos basales

	Cohorte total (n = 410)
Válvula mitral	
<i>Ecocardiografía transtorácica previa a la intervención</i>	
Gravedad de la insuficiencia mitral	
Moderada a grave	59 (14,5)
Grave	349 (85,5)
Área efectiva de orificio regurgitante mitral según la ASIP (cm ²)	0,40 [0,28-0,52]
Volumen de regurgitación mitral según la ASIP (ml)	55,3 [41,9-77,2]
Gradiente de presión media transmitral (mmHg)	3 [2-4]
Velocidad máxima de la onda (cm/s)	126 [105-149]
Calcificación del anillo mitral	
Cualquiera	149 (36,3)
Superior a leve	53 (12,9)
Calcificación de valva mitral	109 (27,4)
Diámetro del anillo mitral en mesodiástole	
Anterior-posterior (mm)	28,9 [25,4-32,7]
Índice (mm/m ²)	16,0 [14,1-18,6]
Medial-lateral (mm)	32,2 [28,7-36,0]
Índice (mm/m ²)	17,8 [15,6-20,2]
Diámetro del anillo mitral en telediástole (mm)	
Anterior-posterior	26,9 [21,4-30,9]
Medial-lateral	29,2 [24,8-33,1]
Fijación/restricción de valva mitral	
Ángulo de cierre de la valva anterior (°)	37 [35-42]
Ángulo de cierre de valva posterior (°)	46 [45-53]
<i>Ecocardiografía transesofágica durante la intervención</i>	
Prolapso y/o aleteo de la valva mitral	
Cualquiera	403 (98,3)
Anterior	10 (2,4)
Posterior	306 (74,6)
Bivalva	87 (21,2)
Altura máxima del prolapso (mm)	6,0 [5,0-8,0]
Diámetro de anillo mitral medial-lateral en mesodiástole (mm)	
Índice (mm/m ²)	19,0 [16,0-22,0]
Área de la válvula mitral mediante planimetría tridimensional (cm²)	
	5,5 [4,3-6,8]
Hemicardio izquierdo	
<i>Fracción de eyección del ventrículo izquierdo</i>	
Mediana (%)	63 [56-68]
≤ 60%	180 (43,9)
< 20%	2 (0,5)
<i>Diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo</i>	
Mediana (cm)	3,2 [2,8-3,8]
≥ 4,0 cm	80 (19,5)
Índice (cm/m ²)	1,8 [1,5-2,1]
<i>Fracción de eyección del ventrículo izquierdo ≤ 60% o</i>	
Diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo ≥ 4,0 cm	195 (47,6)
<i>Diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo</i>	
Mediana (cm)	5,0 [4,5-5,5]
Índice (cm/m ²)	2,8 [2,5-3,1]
<i>Volumen telesistólico del ventrículo izquierdo</i>	
Mediana (ml)	33,0 [22,8-48,3]
Índice (ml/m ²)	18,5 [13,1-25,8]

Tabla 2 (Continuación)
Datos ecocardiográficos basales

	Cohorte total (n = 410)
Volumen telediastólico del ventrículo izquierdo	
Mediana (ml)	92,0 [65,0-120,0]
Índice (ml/m ²)	50,7 [38,4-64,7]
Masa del ventrículo izquierdo indexada, fórmula de ASE (g/m ²)	117,2 [92,5-140,9]
Volumen de la aurícula izquierda indexado	
Mediana (ml/m ²)	60,0 [44,0-76,0]
≥ 60 (ml/m ²)	193 (47,1)
Estenosis/insuficiencia aórtica moderada o superior	32 (7,8)
Hemicardio derecho	
Disfunción del ventrículo derecho	
Cualquiera	100 (27,1)
Moderada/grave	39 (10,6)
Diámetro basal del ventrículo derecho en telediástole (cm)	4,0 [3,5-4,4]
Insuficiencia tricuspídea superior a moderada	76 (18,6)
Acoplamiento ventrículo derecho-arteria pulmonar	
TAPSE (mm)	18 [15-22]
PAPS	
Mediana (mmHg)	43 [33-57]
> 50 mmHg	159 (38,8)
> 70 mmHg	41 (10,0)
TAPSE/PAPS (mm/mmHg)	0,41 [0,29-0,61]
Speckle-tracking	
Strain longitudinal global del ventrículo izquierdo	-15,9 [-18,9 a -12,3]

ASE: American Society of Echocardiography; ASIP: área de superficie de isovelocidad proximal; PAPS: presión arterial pulmonar sistólica; TAPSE: desplazamiento sistólico del anillo tricuspídeo.

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

Características y resultados de la intervención

En la mayor parte de las intervenciones se utilizaron 1 o 2 dispositivos de primera o segunda generación, y se abordó el segmento A2P2 (tabla 1 del material adicional). Casi todas (n = 401,

97,8%) se completaron con éxito y permitieron dar de alta a la mayoría de los pacientes al día siguiente.

Inmediatamente después del despliegue del clip, la IMi mostró una regresión a un grado leve o inferior en 317 pacientes (77,3%) y el PFVP mejoró en 300 (85,5%). En una fase posterior del primer año siguiente a la intervención, tanto la FEVI como las dimensiones del corazón izquierdo y la PAPS mostraron una disminución significativa (tabla 2 del material adicional).

Objetivos valoración

A llegar al año, 61 pacientes (14,9%) habían presentado un evento del objetivo principal consistente en la mortalidad por cualquier causa (n = 35, 8,5%) o la hospitalización por IC (n = 37, 9,0%). De los 375 pacientes que sobrevivieron al primer año posterior a la intervención, 217 (57,9%) continuaban en vigilancia activa en el Cedars-Sinai y se disponía de sus datos respecto al estado funcional o la IMi residual (estado funcional, n = 204/375, 54,4%; IMi residual, n = 184/375, 49,1%). De estos últimos, en 40 (18,4%) se observó una clase NYHA III-IV (n = 24/204, 11,8%) o se evidenció una IMi superior a moderada (n = 19/184, 10,3%) al cabo de 1 año. El grado de IMi al cabo de 1 mes, que como variable continua mostraba una correlación directa con el correspondiente grado observado a 1 año (r = 0,75; p < 0,001), fue superior a leve en 115 (36,6%) de los 314 pacientes de quienes se dispuso de ecocardiografías evaluables, y entre estos últimos había un 77,5% (n = 314/405) de pacientes que continuaban con vida al cabo de 1 mes.

Parámetros ecocardiográficos iniciales asociados con los objetivos

Tras el análisis multivariable, un DTSVI indexado (DTSVIi) ≥ 2,1 cm/m², que correspondía al cuarto cuartil de la cohorte, fue el único parámetro de la ETT previa a la intervención que mostró asociación con el riesgo de aparición del objetivo principal, con un aumento del riesgo a más del doble (hazard ratio [HR] = 2,44; intervalo de confianza del 95% [IC95%], 1,09-4,68; p = 0,022) (tabla 3 del material adicional y tabla 3). Un DTSVIi ≥ 2,1 cm/m² comportaba también una mayor probabilidad de mortalidad por cualquier causa (HR = 2,17; IC95%, 1,28-4,88; p = 0,020) y de hospitalizaciones por IC (HR = 3,27; IC95%, 1,38-5,75; p = 0,007) en

Tabla 3

Modelo multivariable de riesgos proporcionales de Cox basado solo en la ecocardiografía para la variable de valoración combinada de mortalidad por cualquier causa u hospitalización por insuficiencia cardiaca a 1 año

	Speckle-tracking no incluido		Speckle-tracking incluido	
	HR (IC95%)	p	HR (IC95%)	p
Parámetros ecocardiográficos basales relacionados con la válvula mitral				
Área efectiva de orificio de regurgitación mitral según ASIP, variable continua	4,56 [0,54-8,46]	0,165	2,42 [0,25-12,73]	0,443
Calcificación del anillo mitral	1,37 [0,57-3,28]	0,479	1,71 [0,64-4,58]	0,287
Diámetro del anillo mitral medial-lateral ≥ 32,2 mm	1,83 [0,73-4,59]	0,196	2,94 [1,00-5,64]	0,051
Parámetros ecocardiográficos basales no relacionados con la válvula mitral				
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo ≤ 56%	1,57 [0,67-3,72]	0,302	1,79 [0,63-5,09]	0,275
Diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo indexado ≥ 2,1 cm/m ² *	2,25 [1,09-4,60]	0,025	2,44 [1,09-4,68]	0,022
Diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo, variable continua	1,25 [0,75-2,07]	0,393	1,12 [0,65-1,92]	0,693
Desplazamiento sistólico del anillo tricuspídeo > 18 mm	1,93 [0,79-4,71]	0,147	2,24 [0,75-6,64]	0,148
Speckle-tracking				
Strain longitudinal global del ventrículo izquierdo menos negativo que -12,3%	NP	NP	1,10 [0,38-3,25]	0,857

ASIP: área de superficie de isovelocidad proximal; HR: hazard ratio; IC95%: intervalo de confianza del 95%; NP: no procede.

* El volumen telesistólico del ventrículo izquierdo y el volumen telesistólico del ventrículo izquierdo indexado mostraron una correlación significativa con el diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo indexado ≥ 2,1 cm/m² (r de Pearson = 0,41 y 0,50 respectivamente; todos los valores de p < 0,001), por lo que no se incluyeron en el análisis multivariable.

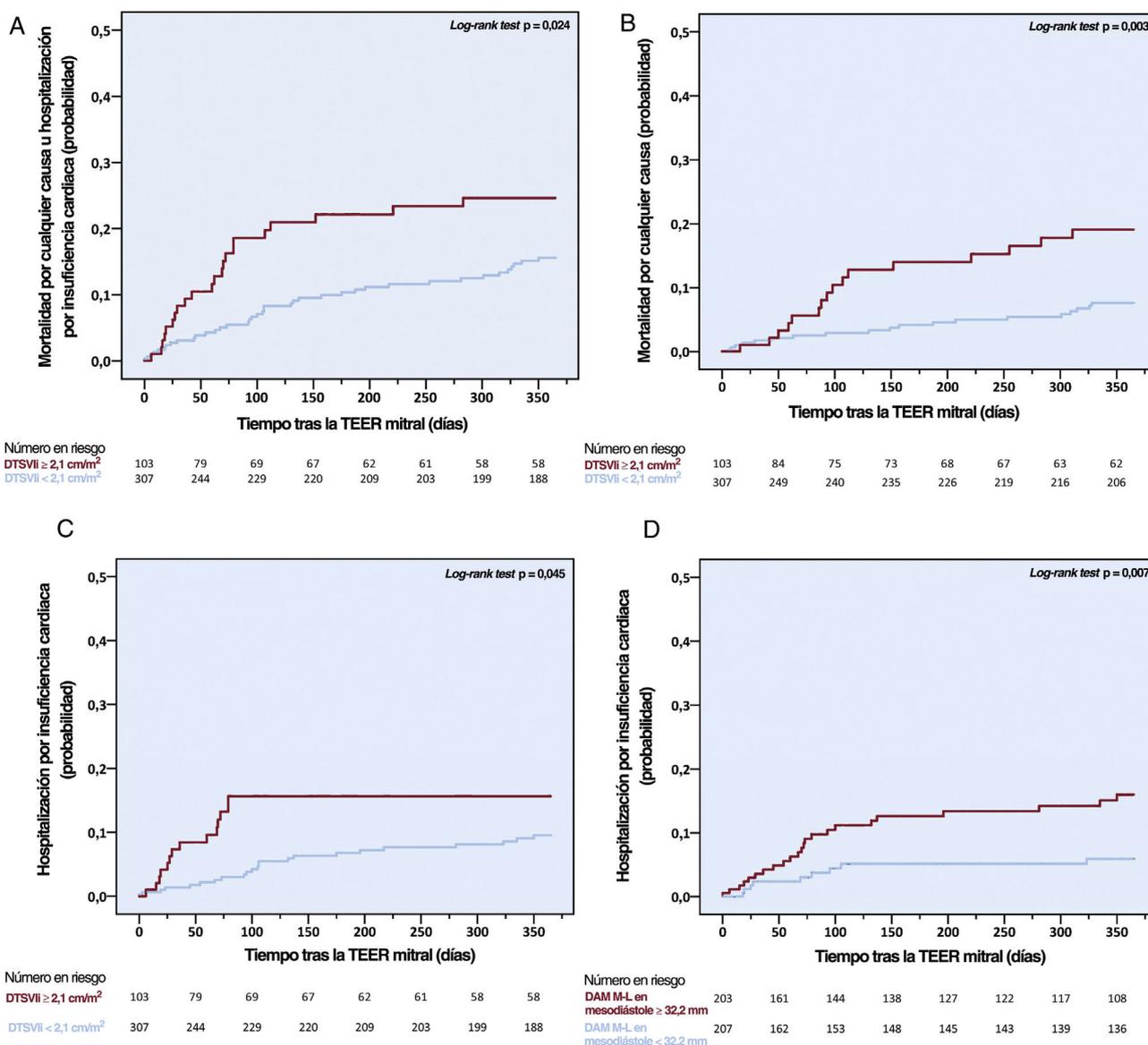


Figura 2. Mortalidad por cualquier causa y hospitalización por insuficiencia cardiaca. Un aumento del DTSVii inicial se asoció con mayor incidencia acumulada a 1 año del objetivo combinado de mortalidad por cualquier causa y hospitalización por insuficiencia cardiaca (A) y también de la de cada uno de sus componentes por separado (B, C). Un aumento del DAM M-L mesodiastólico se asoció con una hospitalización más temprana por insuficiencia cardiaca (D). DAM: diámetro del anillo mitral; DTSVii: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo indexado; M-L: medial-lateral; TEER: reparación percutánea borde a borde.

los análisis realizados por separado (tabla 4 y tabla 5 del material adicional) y se asoció con valores superiores de la tasa y la incidencia acumulada de todos los objetivos antes mencionados (figura 2, tabla 6 del material adicional y figura 1 del material adicional). Es de destacar que la asociación univariante entre el aumento del DTSVI y la incidencia acumulada del objetivo principal se observó con independencia de los valores de corte para la intervención de la FEVI y el DTSVI iniciales (figura 2 y figura 3 del material adicional).

Aparte del DTSVI, un aumento del VALi (como variable continua) en la situación inicial se asoció también con mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa (HR = 1,02; IC95%, 1,01-1,04; p = 0,012) y un DAM M-L mesodiastólico ≥ 32,2 mm, con un mayor riesgo (HR = 4,29; IC95%, 1,55-6,90; p = 0,005) y una aparición más temprana de los reingresos por IC. Una CAM mayor que leve, aunque solamente comportó una tendencia a un mayor riesgo de hospitalizaciones por IC, se asoció, no obstante, con un exceso de hospitalizaciones por IC (n = 9/53, 17,0% frente a n = 28/

357, 7,8%; p = 0,040), que se atribuyó en su mayor parte (n = 6/9) a causas no cardíacas.

Por lo que respecta al estado funcional y la IMi residual, un VALi ≥ 60 ml/m², una CAM mayor que leve y una IT superior a moderada antes de la TEER se asociaron con mayor probabilidad de NYHA III-IV o persistencia de una IMi mayor que moderada 1 año después de la intervención, y los pacientes que mostraban un mayor número de estas características tuvieron una tasa más alta del objetivo combinado (tabla 7 del material adicional y figura 3). Todos los parámetros de ETT asociados con los objetivos a 1 año, excepto el VALi y el DAM M-L, así como el DAM M-L mesodiastólico indexado ≥ 20,2 mm/m² y un área efectiva de orificio regurgitante (AEOR) mitral ≥ 0,40 cm², comportaban un mayor riesgo de IMi superior a leve a 1 mes (tabla 8 del material adicional). Es de destacar que los pacientes con una IMi superior a leve al cabo de 1 mes presentaron un aumento más pronunciado del GMPT durante la intervención – 2 [1-3] frente a 1 [0-2] mmHg (p = 0,028)—, fueron tratados con un menor número de clips –1 [0-1] frente a 2 [1-2] (p = 0,437)— y

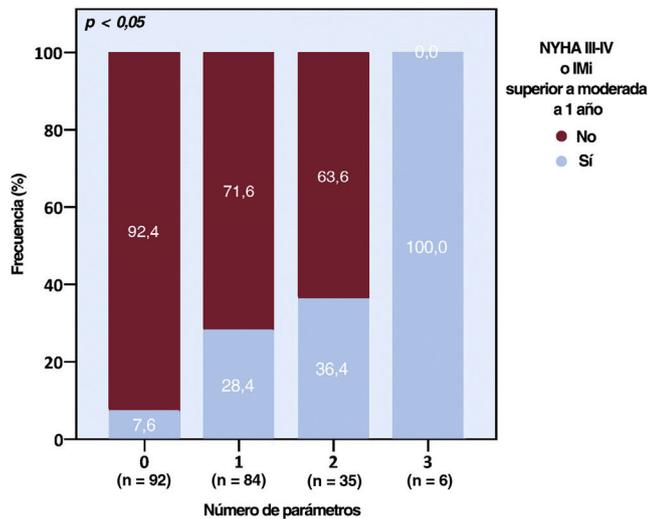


Figura 3. Estado funcional y grado de insuficiencia mitral. Una mayor carga de los parámetros basales se asoció con un aumento de las tasas de deterioro funcional significativo o IMi al cabo de 1 año. Los parámetros considerados fueron el volumen de la aurícula izquierda indexado ≥ 60 ml/m², la calcificación del anillo mitral superior a leve y la insuficiencia tricuspídea superior a moderada. IMi: insuficiencia mitral; NYHA: New York Heart Association.

mostraron una probabilidad marginalmente superior de presentar una IMi superior a leve inmediatamente después del despliegue del clip (n = 12/24 [50%] frente a n = 30/91 [33,0%]; p = 0,123) si tenían una CAM superior a leve (en comparación con los que tenían una CAM como máximo leve) en la situación inicial.

Por último, en los modelos de regresión exploratorios que integraban las variables clínicas iniciales y aspectos de la intervención cuya frecuencia difería en los grupos de DTSVli alto y bajo, el año de la intervención, la generación del dispositivo y la disponibilidad de los datos, se reprodujeron en gran parte los resultados de los análisis basados solo en la ETT (tablas 9-15 del material adicional). Además, estos modelos indicaron una posible asociación entre el aumento del DAM M-L mesodiastólico y tanto el objetivo principal como la mortalidad por cualquier causa.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio se evaluó el valor pronóstico de los resultados de la ETT realizada antes de la TEER para la IMi primaria crónica. En aras de mayores simplicidad y aplicabilidad, se analizaron parámetros bien estandarizados y ampliamente aceptados que se pueden usar con facilidad en la práctica clínica diaria. Por lo que respecta al DAM, se tuvo en cuenta el valor mesodiastólico en vez del telediastólico, debido a la delimitación más clara de los bordes del anillo en el momento de apertura máxima de la válvula.

Los principales resultados de este estudio fueron los siguientes (figura 4): a) un DTSVli $\geq 2,1$ cm/m² se asoció con valores superiores de la tasa, la incidencia acumulada y el riesgo del objetivo principal formado por mortalidad por cualquier causa y hospitalización por IC a 1 año, y también de cada uno de sus componentes por separado; b) un VALi superior (tomado como variable continua) y un DAM M-L mesodiastólico $\geq 32,2$ mm comportaron un aumento de los riesgos de mortalidad por cualquier causa y de hospitalización por IC respectivamente; c) un VALi ≥ 60 ml/m², una CAM mayor que leve y una IT mayor que

Parámetros de la ecocardiografía transtorácica con valor pronóstico obtenidos antes de la TEER de la válvula mitral por una IMi primaria crónica						
Estudio de cohorte						
410 pacientes tratados con una primera TEER aislada por una IMi primaria crónica sintomática de grado moderado-grave o mayor de quienes se disponía de una ETT basal evaluable	DTSVli $\geq 2,1$ cm/m ²	Aumento del VALi	Aumento del DAM M-L en mesodiástole	CAM superior a leve	AEOR $\geq 0,40$ cm ²	IT superior a moderada
1 año	Mortalidad por cualquier causa u hospitalizaciones por IC	HR 2,44 IC95% 1,09-4,68 P = ,022	Variable continua: HR 1,02 IC95% 1,01-1,04 P = ,012			
	Mortalidad por cualquier causa	HR 2,17 IC95% 1,28-4,88 P = ,020				
	Hospitalizaciones por IC	HR 3,27 IC95% 1,38-5,75 P = ,007	$\geq 32,2$ mm: HR 4,29 IC95% 1,55-6,90 P = ,005			
NYHA III-IV o IMi superior a moderada		>60 mL/m ² : OR 2,40 95%CI 1,45-6,07 P = ,016	OR 3,40 IC95% 1,13-8,61 P = ,039		OR 3,00 IC95% 1,27-9,50 P = ,013	
1 mes	IMi superior a leve	OR 1,67 IC95% 1,17-3,56 p = ,028	$>20,2$ mm/m ² : OR 2,66 IC95% 1,21-5,86 P = ,015	OR 2,93 IC95% 1,06-6,12 P = ,039	OR 2,90 IC95% 1,40-6,01 P = ,004	OR 4,49 IC95% 1,52-8,29 P = ,007

Figura 4. Figura central. En los 410 pacientes a los que se practicó una TEER mitral por una IMi primaria sintomática crónica, los parámetros de ETT previos a la intervención de aumento de las dimensiones indexadas de las cámaras cardiacas izquierdas (la más importante, el DTSVli), así como el DAM M-L mesodiastólico, la CAM, el grado de IT y la AEOR mitral, se asociaron con un resultado adverso. Los valores de corte corresponden a la mediana (VALi, DAM M-L y AEOR) o al cuarto cuartil (DTSVli, DAM M-L indexado) de la cohorte. Las celdas vacías indican ausencia de significación pronóstica. AEOR: área efectiva del orificio regurgitante; CAM: calcificación del anillo mitral; DAM: diámetro del anillo mitral; DTSVli: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo indexado; ETT: ecocardiografía transtorácica; HR: hazard ratio; IC: insuficiencia cardiaca; IC95%: intervalo de confianza del 95%; IMi: insuficiencia mitral; IT: insuficiencia tricuspídea; M-L: medial-lateral; NYHA: New York Heart Association; OR: odds ratio; TEER: reparación percutánea borde a borde; VALi: volumen de la aurícula izquierda indexado.

moderada se asociaron con una mayor probabilidad de NYHA III-IV o persistencia de una IMi moderada-grave o mayor al cabo de 1 año; d) todos los parámetros de ETT antes mencionados, excepto el VAlí y el DAM M-L, así como un DAM M-L mesodiastólico indexado $\geq 20,2$ mm/m² y un AEOR mitral $\geq 0,40$ cm², se asociaron con una mayor probabilidad de IMi mayor que leve al cabo de 1 mes, y e) otros parámetros estructurales, funcionales y hemodinámicos, incluido el SLGVI, no mostraron un valor predictivo de ninguno de los objetivos examinados.

Al resaltar las mediciones iniciales derivadas de la ETT correspondientes a las cámaras cardíacas izquierdas y al DAM, junto con la CAM y la IT, como posibles marcadores de los resultados clínicos tras la intervención, nuestros datos podrían haberse debido al grado de enfermedad subyacente o a las comorbilidades acompañantes asociados con estos parámetros, así como con su influencia en el éxito de la intervención. Según lo descrito, los pacientes con un DTSVli $\geq 2,1$ cm/m², en comparación con los que no presentaban esta característica, mostraron un valor superior de concentración de péptido natriurético cerebral en suero, una disfunción biventricular más pronunciada y un aumento de la masa del VI indexada, todo lo cual es compatible con un proceso de remodelado miocárdico más avanzado que puede limitar la capacidad terapéutica de la TEER en el contexto de una IMi intrínseca²⁷. En consecuencia, los pacientes con un DTSVli $\geq 2,1$ cm/m² necesitaron más clips por intervención y mostraron una mayor IMi residual al cabo de 1 mes y un peor resultado a 1 año. Como posibles manifestaciones de una transición hacia un trastorno miopático menos susceptible de ser tratado con una intervención valvular aislada^{28,29}, los valores superiores de VAlí y DAM se asociaron también con una evolución clínica menos favorable. Por lo que respecta a la CAM y la IT significativas, su asociación con los eventos adversos puede haberse producido a través de una mayor carga de comorbilidades³⁰, riesgos directos^{31,32} y resultados técnicos deficientes. Esto último se ilustra en la asociación entre la CAM superior a leve y un aumento exagerado del GMPT, el despliegue de un menor número de clips por paciente y una mayor IMi residual.

Nuestro estudio tiene 2 consecuencias prácticas. La primera es que el DTSVli es más eficaz que el DTSVI en la estratificación del riesgo previa a la intervención en los pacientes a los que se practica una TEER por una IMiP crónica. Tal como se ha destacado, el DTSVli mostró correlación con los resultados de la intervención y con los eventos clínicos, lo cual no ocurrió con el DTSVI. Es posible que el aumento del DTSVli corresponda a una fase más temprana del deterioro cardíaco que aparece como complicación en los estados de sobrecarga de volumen y que no puede apreciarse plenamente en el DTSVI no indexado, que es indiferente a la variabilidad del tamaño del corazón. De hecho, la mayoría de los pacientes con un DTSVI alto (n = 62/80, 77,5%) presentaron también un DTSVli elevado, mientras que solamente unos pocos pacientes del subgrupo de DTSVI bajo (n = 41/330, 12,4%) mostraron una elevación del DTSVli. No obstante, la asociación entre el DTSVli y el objetivo principal fue independiente del DTSVI. Además de su mejor sensibilidad, es posible que el DTSVli aporte una estimación más exacta del remodelado cardíaco en los pacientes con una menor área de superficie corporal y específicamente en las mujeres, que teóricamente pueden tener un DTSVI normal a pesar de una IMi avanzada. Esta ventaja predictiva observada en la medida indexada de la dimensión se parece a la observada en la aorta³³ y tal vez en futuros estudios prospectivos pueda confirmarse tanto conceptualmente como por lo que respecta al valor de corte exacto.

La segunda consecuencia que se deriva de nuestro trabajo es que la mayor parte de los parámetros ecocardiográficos propuestos por las guías de práctica clínica y los instrumentos de estratificación del riesgo actuales como indicaciones, contraindicaciones o

predictores de los resultados en las intervenciones realizadas para la IMiP crónica pueden tener una capacidad limitada de predicción de la evolución clínica tras una primera TEER aislada realizada exclusivamente para tratar la IMiP sintomática crónica. Esto podría deberse al estudio de poblaciones diferentes y al uso de enfoques analíticos distintos. A este respecto, una FEVI $\leq 60\%$ y un DTSVI $\geq 4,0$ cm, parámetros ambos que indican una disfunción del VI que justifica un tratamiento invasivo según las guías, se han analizado en personas asintomáticas para las que se había programado un tratamiento conservador³⁴ o quirúrgico³⁵. En cambio, todos nuestros pacientes estaban sintomáticos y eran candidatos a una intervención percutánea. De igual modo, se han examinado diversos índices y valores de corte de la función¹⁷ y de las dimensiones^{7,11,14} del VI, así como la PAPS¹⁸ y el SLGVI³⁶, que en estudios previos se ha observado que predicen los resultados tras la TEER mitral en cohortes de IMi funcional o heterogéneas, algunas de las cuales fueron tratadas con intervenciones no mitrales concomitantes, capaces de influir de manera independiente en los resultados posteriores. Además, la utilidad pronóstica de estos parámetros se basó en modelos mixtos basados en exploraciones de imagen y características clínicas que podrían ser propensos al sesgo. En cambio, nuestros análisis incluyeron específicamente a pacientes con IMiP crónica que fueron tratados con una TEER aislada y se centraron íntegramente en variables de la ETT.

Creemos que nuestro estudio podría ayudar a los clínicos en la estratificación del riesgo previa a la intervención y en la estrategia de seguimiento tras la intervención utilizada en la TEER mitral para la IMiP crónica. Concretamente, el momento de la intervención y la personalización del seguimiento en función de la presencia de características ecocardiográficas de valor pronóstico en la situación inicial podrían mejorar los resultados y reducir la inutilidad de las intervenciones, con lo cual en última instancia mejoraría el uso de los recursos. Dado el enfoque observacional y la escasez de datos sobre la duración de los síntomas en el presente estudio, es posible que, para la aplicación de los resultados a la práctica clínica real, sea mejor esperar a una validación mediante nuevos estudios prospectivos que exploren la selección dirigida y la vigilancia de los casos.

Limitaciones

En primer lugar, el diseño unicéntrico y retrospectivo del estudio y la falta de una validación centralizada pueden limitar la posibilidad de generalización de los resultados. Sin embargo, nuestra muestra fue relativamente grande, parecida a la de un registro de ámbito nacional de Estados Unidos recientemente publicado³⁷, y la evaluación la realizaron ecocardiólogos experimentados que no conocían la historia clínica de los pacientes, todo lo cual podría mejorar la validez. En segundo lugar, la falta de datos de seguimiento sobre el estado funcional y el grado de la IMi y el bajo número absoluto de eventos de los objetivos afectaron negativamente a la potencia estadística, lo cual hace que algunos análisis, y en particular los que incluyeron variables no derivadas de la ETT, sean de carácter exploratorio. No obstante, la disponibilidad de datos fue comparable a la de los registros de la práctica clínica real previos^{12,13} y tuvo una distribución similar en los diversos subgrupos, lo cual limita la probabilidad de sesgo. Por otra parte, la falta de datos de seguimiento no afectó a los modelos de regresión, lo cual indica que no influyó en los resultados. Además, el grado de IMi al cabo de 1 mes, que está mejor documentado, se ha asociado anteriormente con los resultados a más largo plazo³⁸ y se emplea actualmente para determinar el éxito de la intervención²⁰, mostró una buena correlación con el grado observado al cabo de 1 año y presentó una asociación con la mayor parte de las observaciones de la ETT con

valor pronóstico, lo cual respalda el valor de este segundo parámetro. En tercer lugar, nuestro estudio se centró en las mediciones realizadas en la ETT 2 D y no se tuvieron en cuenta los parámetros 3D³⁹, ya que solo pudieron analizarse los de una parte de los pacientes (n=80, 19,5%). A pesar de las posibles inexactitudes en la medición, la fiabilidad y la uniformidad fueron aceptables, según indica la buena coincidencia entre distintos observadores y entre distintas modalidades de exploración. Otro elemento que refuerza la validez fueron los análisis multivariados, que se encuentran entre los más exhaustivos realizados hasta la fecha. En cuarto lugar, el tratamiento médico en la situación inicial fue algo inferior al óptimo, lo que impide extrapolar nuestros resultados a poblaciones con un tratamiento médico optimizado. Sin embargo, esto representaba la tolerancia de los pacientes y fue coherente con el contexto de práctica clínica real del estudio⁴⁰. Por último, es posible que nuestras observaciones sean menos aplicables a los pacientes tratados con dispositivos y sistemas de aplicación de la generación más reciente o a los pacientes con IMi reumática, ya que estos estuvieron infrarrepresentados o no se incluyeron en el estudio.

CONCLUSIONES

Los parámetros derivados de la ETT previa a la intervención que indican un aumento del DAM, una CAM o una IT significativas, una AEOR mitral elevada y, lo más importante, un aumento del tamaño de las cámaras cardíacas izquierdas indexado, principalmente el DTSVIi, se asocian con una evolución menos favorable después de una TEER para la IMiP crónica. A la espera de una validación prospectiva, es posible que la incorporación de estas variables a las vías de toma de decisiones clínicas antes y después de la intervención resulte beneficiosa.

¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- La ETT previa a la intervención se utiliza ampliamente para el cribado de los pacientes candidatos a una TEER mitral. No se ha establecido claramente su utilidad pronóstica en el contexto de la IMi primaria.

¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- En nuestro análisis de 410 pacientes de un solo centro, el aumento del tamaño de las cámaras cardíacas izquierda indexado, el AEOR, el DAM y el grado de CAM y de IT en la situación inicial se asociaron con una evolución menos favorable después de la intervención. De entre estos parámetros, el DTSVIi $\geq 2,1$ cm/m² fue el único que se asoció de manera independiente con un mayor riesgo del objetivo combinado formado por la muerte o la hospitalización por IC al cabo de 1 año. En cambio, la función biventricular, las dimensiones cardíacas sin indexar y la presión de la arteria pulmonar (todas las cuales desempeñan un papel clave en las guías de práctica clínica y los modelos de riesgo actuales) no tuvieron un valor predictivo de los resultados.

FINANCIACIÓN

No se declara ninguna.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio se atuvo a lo establecido en la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de revisión ética del Cedars-Sinai, que eximió de la necesidad de consentimiento informado. Confirmamos que se tuvieron en cuenta los posibles sesgos de sexo o género en la preparación del artículo.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En el estudio no se utilizó inteligencia artificial.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

A. Shechter concibió el proyecto, recopiló los datos, llevó a cabo los análisis y redactó la versión inicial del manuscrito. Todos los coautores han participado en la revisión del texto.

CONFLICTO DE INTERESES

R.R. Makkar recibió apoyo de subvenciones de Edwards Lifesciences Corporation, es consultor de Abbott Vascular, Cordis y Medtronic, y posee acciones de Entourage Medical. T. Chakraborty es consultor, mentor y conferenciante de Edwards Lifesciences y Medtronic, es consultor de Abbott Lifesciences y es consultor y conferenciante de Boston Scientific. A. Shechter recibió una subvención de investigación general del Capítulo de California del *American College of Cardiology* a través de la Fundación *Save a Heart*. Los demás autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.12.001>.

BIBLIOGRAFÍA

1. Feldman T, Foster E, Glower DD, et al. EVEREST II Investigators. *Percutaneous Repair or Surgery for Mitral Regurgitation* *N Engl J Med*. 2011;364:1395–1406.
2. Mauri L, Garg P, Massaro JM, et al. The EVEREST II Trial: Design and Rationale for a Randomized Study of the Evalve MitraClip System Compared with Mitral Valve Surgery for Mitral Regurgitation. *Am Heart J*. 2010;160:23–29.
3. Feldman T, Kar S, Elmariah S, Smart SC, Trento A, Siegel RJ. EVEREST II Investigators. *Randomized Comparison of Percutaneous Repair and Surgery for Mitral Regurgitation: 5-Year Results of EVEREST II* *J Am Coll Cardiol*. 2015;66:2844–2854.
4. Kaneko H, Neuss M, Weissenborn J, Butter C. Prognostic Significance of Right Ventricular Dysfunction in Patients with Functional Mitral Regurgitation Undergoing MitraClip. *Am J Cardiol*. 2016;118:1717–1722.
5. Cimino S, Maestrini V, Cantisani D, et al. 2D/3D Echocardiographic Determinants of Left Ventricular Reverse Remodelling after MitraClip Implantation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;2:558–564.
6. Keßler M, Seeger J, Muche R, Wöhrle J, Rottbauer W, Markovic S. Predictors of Rehospitalization after Percutaneous Edge-to-Edge Mitral Valve Repair by MitraClip Implantation. *Eur J Heart Fail*. 2019;21:182–192.
7. Debonnaire P, Heyning CMV, Haddad ME, et al. Left Ventricular End-Systolic Dimension and Outcome in Patients with Heart Failure Undergoing Percutaneous MitraClip Valve Repair for Secondary Mitral Regurgitation. *Am J Cardiol*. 2020;126:56–65.
8. Hahn RT, Asch F, Weissman NJ, et al. Impact of Tricuspid Regurgitation on Clinical Outcomes: The COAPT Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76:1305–1314.
9. Scotti A, Munafò A, Adamo M, et al. MiZüBr Registry. Transcatheter Edge-to-Edge Repair in COAPT-Ineligible Patients: Incidence and Predictors of 2-Year Good Outcome. *Can J Cardiol*. 2022;38:320–329.
10. Toggweiler S, Zuber M, Sürder D, et al. Two-Year Outcomes after Percutaneous Mitral Valve Repair with the MitraClip System: Durability of the Procedure and Predictors of Outcome. *Open Heart*. 2014;1:e000056.
11. Capodanno D, Adamo M, Barbanti M, et al. GRASP-IT Investigators. Predictors of Clinical Outcomes after Edge-to-Edge Percutaneous Mitral Valve Repair *Am Heart J*. 2015;170:187–195.

12. Puls M, Lubos E, Boekstegers P, et al. One-Year Outcomes and Predictors of Mortality after MitraClip Therapy in Contemporary Clinical Practice: Results from the German Transcatheter Mitral Valve Interventions Registry. *Eur Heart J*. 2016;37:703–712.
13. Kalbacher D, Schäfer U, Bardeleben VRS, et al. Long-Term Outcome, Survival and Predictors of Mortality after MitraClip Therapy: Results from the German Transcatheter Mitral Valve Interventions (TRAMI) registry. *Int J Cardiol*. 2019;277:35–41.
14. Polimeni A, Albanese M, Salerno N, et al. Predictors of Outcomes in Patients with Mitral Regurgitation Undergoing Percutaneous Valve Repair. *Sci Rep*. 2020;10:17144.
15. Shechter A, Vaturi M, Kaewkes D, et al. Prognostic Value of Baseline Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion-to-Pulmonary Artery Systolic Pressure Ratio in Mitral Transcatheter Edge-to-Edge Repair. *J Am Soc Echocardiogr*. 2023;36:391–401.
16. Kavsur R, Spieker M, Iliadis C, et al. of the Heart Failure Network Rhineland. Mitral Regurgitation International Database (MIDA) Score Predicts Outcome in Patients with Heart Failure Undergoing Transcatheter Edge-to-Edge Mitral Valve Repair. *J Am Heart Assoc*. 2021;10:e019548.
17. Raposeiras-Roubin S, Adamo M, Freixa X, et al. A Score to Assess Mortality After Percutaneous Mitral Valve Repair. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:562–573.
18. Shah N, Madhavan MV, Gray WA, et al. Prediction of Death or HF Hospitalization in Patients with Severe FMR: The COAPT Risk Score. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2022;15:1893–1905.
19. Scotti A, Latib A, Rubbio AP, et al. MiZüBr and GIOTTO Investigators. Derivation and Validation of a Clinical Risk Score for COAPT-Ineligible Patients Who Underwent Transcatheter Edge-to-Edge Repair. *Am J Cardiol*. 2023;186:100–108.
20. Stone GW, Adams DH, Abraham WT, et al. Mitral Valve Academic Research Consortium (MVARC). Clinical Trial Design Principles and Endpoint Definitions for Transcatheter Mitral Valve Repair and Replacement: Part 2: Endpoint Definitions: A Consensus Document from the Mitral Valve Academic Research Consortium. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66:308–321.
21. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30:303–371.
22. Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, et al. EAE/ASE Recommendations for the Use of Echocardiography in New Transcatheter Interventions for Valvular Heart Disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:937–965.
23. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28:1–39.
24. Barasch E, Gottdiener JS, Larsen EK, Chaves PH, Newman AB, Manolio TA. Clinical Significance of Calcification of the Fibrous Skeleton of the Heart and Atherosclerosis in Community Dwelling Elderly. The Cardiovascular Health Study (CHS). *Am Heart J*. 2006;151:39–47.
25. 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.
26. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. 2022;43:561–632.
27. Gaasch WH, Meyer TE. Left Ventricular Response to Mitral Regurgitation: Implications for Management. *Circulation*. 2008;118:2298–2303.
28. Messika-Zeitoun D, Bellamy M, Avierinos JF, et al. Left Atrial Remodelling in Mitral Regurgitation – Methodologic Approach, Physiological Determinants, and Outcome Implications: A Prospective Quantitative Doppler-Echocardiographic and Electron Beam-Computed Tomographic Study. *Eur Heart J*. 2007;28:1773–1781.
29. Kreidel F, Zaid S, Tamm AR, et al. Impact of Mitral Annular Dilation on Edge-to-Edge Therapy with MitraClip-XTR. *Circ Cardiovasc Interv*. 2021;14:e010447.
30. Fox CS, Vasan RS, Parise H, et al. Framingham Heart Study. Mitral Annular Calcification Predicts Cardiovascular Morbidity and Mortality: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2003;107:1492–1496.
31. Topilsky Y, Nkomo VT, Vaturi O, et al. Clinical Outcome of Isolated Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol Img*. 2014;7:1185–1194.
32. Brunner S, Wolfrum M, Moccetti F, et al. The Relevance of Tricuspid Regurgitation in Patients Undergoing Percutaneous Treatment of Mitral Regurgitation. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2022;99:1848–1856.
33. Yang LT, Michelena HI, Scott CG, et al. Outcomes in Chronic Hemodynamically Significant Aortic Regurgitation and Limitations of Current Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73:1741–1752.
34. Rosenhek R, Rader F, Klaar U, et al. Outcome of Watchful Waiting in Asymptomatic Severe Mitral Regurgitation. *Circulation*. 2006;113:2238–2244.
35. Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Frye RL. Echocardiographic Prediction of Survival after Surgical Correction of Organic Mitral Regurgitation. *Circulation*. 1994;90:830–837.
36. Medvedofsky D, Milhorini Pio S, Weissman NJ, et al. COAPT Investigators. Left Ventricular Global Longitudinal Strain as a Predictor of Outcomes in Patients with Heart Failure with Secondary Mitral Regurgitation: The COAPT Trial. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34:955–965.
37. Makkar RR, Chikwe J, Chakravarty T, et al. Transcatheter Mitral Valve Repair for Degenerative Mitral Regurgitation. *JAMA*. 2023;329:1778–1788.
38. Bedogni F, Popolo Rubbio A, Grasso C, et al. Italian Society of Interventional Cardiology (GIse) registry Of Transcatheter treatment of mitral valve regurgitation after MitraClip Implantation. *Eur J Heart Fail*. 2021;23:1364–1376.
39. Kassar M, Praz F, Hunziker L, et al. Anatomical and technical predictors of three-dimensional mitral valve area reduction after transcatheter edge-to-edge repair. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35:96–104.
40. Desai RJ, Patorno E, Vaduganathan M, et al. Effectiveness of Angiotensin-Nepriylsin Inhibitor Treatment versus Renin-Angiotensin System Blockade in Older Adults with Heart Failure in Clinical Care. *Heart*. 2021;107:1407–1416.