



## La selección de la proyección y la sobreestimulación auricular mejoran los resultados precoces en válvulas aórticas autoexpandibles

María Tamargo<sup>a,b,c,\*</sup>, Enrique Gutiérrez<sup>a,b,c</sup>, Jorge García Carreño<sup>a,b,c</sup>, María Eugenia Vázquez Álvarez<sup>a,b,c</sup>, Ricardo Sanz-Ruiz<sup>a,b,c</sup>, Mike Huanca<sup>a,b,c</sup>, Erika Ludeña<sup>a,b,c</sup>, Javier Soriano<sup>a,b,c</sup>, Jaime Elízaga<sup>a,b,c</sup>, Francisco Fernández-Avilés<sup>a,b,c</sup> y Javier Bermejo<sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Cardiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón, Madrid, España

<sup>b</sup> Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

<sup>c</sup> Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

### RESUMEN

**Introducción y objetivos:** La necesidad de marcapasos definitivo obliga a la monitorización posprocedimiento tras el implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI), especialmente con válvula autoexpandible. El objetivo fue determinar si la aparición y el tratamiento de los trastornos de la conducción tras el TAVI se pueden mejorar combinando la proyección de superposición de cúspides (SC) con un protocolo de sobreestimulación auricular rápida (SAR).

**Métodos:** Se incluyeron 273 pacientes intervenidos de TAVI entre 2018 y 2022 con válvulas autoexpandibles, 134 con implante estándar y 139 combinando SC y SAR (SC + SAR), con seguimiento a 90 días.

**Resultados:** El bloqueo completo ocurrió en el 25,4% del grupo estándar y en el 14,4% del grupo SC + SAR, con una reducción significativa del bloqueo transitorio (12,8% frente a 2,9%,  $p = 0,007$ ). La ausencia de fenómeno de Wenckebach durante la SAR tuvo un valor predictivo negativo del 97% (IC95%, 91-99) para marcapasos en el seguimiento. Esto redujo la necesidad de vigilancia durante 24 horas con marcapasos temporal en el grupo SC + SAR (91,8% frente a 28,1%,  $p < 0,0001$ ) y la mediana de hospitalización [5,0 (4-8) frente a 2,0 (1-4) días,  $p < 0,0001$ ]. En el seguimiento a 90 días, la combinación SC + SAR redujo la necesidad de marcapasos ( $OR = 0,48$ ; IC95%, 0,24-0,92;  $p = 0,031$ ). Este grupo presentó una reducción significativa en los reingresos por infecciones ( $OR = 0,35$ ; IC95%, 0,12-0,89;  $p = 0,036$ ).

**Conclusiones:** La combinación SC + SAR en el TAVI con válvula autoexpandible mejora la estratificación del riesgo de alteraciones de la conducción posprocedimiento, reduciendo la necesidad de vigilancia y la estancia hospitalaria. Esta estrategia mejora los resultados a corto plazo, con una reducción de los reingresos relacionados con infecciones.

**Palabras clave:** Implante percutáneo de válvula aórtica. Marcapasos. Superposición de cúspides. Sobreestimulación auricular rápida.

## Projection selection and rapid atrial pacing improves early outcomes after self-expanding transcatheter aortic valves

### ABSTRACT

**Introduction and objectives:** Because of the potential need for permanent pacemaker implantation, patients are frequently monitored for days after transcatheter aortic valve implantation (TAVI), particularly when using self-expanding valves. We sought to determine whether the appearance and management of conduction disturbances after TAVI can be improved by combining the cusp overlap projection (COP) and a rapid atrial pacing (RAP) protocol to detect the need for pacemaker implantation.

**Methods:** We consecutively studied a total of 273 patients who underwent TAVI with self-expanding valves from 2018 through 2022 (134 undergoing standard implantations and 139 COP + RAP). Assessment included the 90-day follow-up.

**Results:** Complete heart block was reported in 25.4% and 14.4% in the standard-of-care and COP + RAP group, with a marked decrease in transient atrioventricular block (12.8% vs 2.9%, respectively;  $P = .007$ ). The absence of the Wenckebach phenomenon during RAP had a negative predictive value of 97% (95%CI, 91-99) for pacemaker implantation at the follow-up, which significantly decreased the need for 24-hour temporary pacemaker monitoring in the COP + RAP group (91.8% vs 28.1%;  $P < .0001$ ) and the median [IQR] length of stay [5.0 (4-8) days vs 2.0 (1-4) days;  $P < .0001$ ]. At the 90-day follow-up, COP + RAP reduced pacemaker implantation ( $OR, 0.48$ ; 95%CI, 0.24-0.92;  $P = .031$ ), as well as the risk of infection-related readmissions significantly ( $OR, 0.35$ ; 95%CI, 0.12-0.89;  $P = .036$ ).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mtamargod@gmail.com (M. Tamargo).

X @Mtamargo2 @egutiMD @jelizagac @RiSanz2020

**Conclusions:** The combination of COP + RAP during self-expanding TAVI improves postoperative screening for conduction disturbances, thus reducing the need for cardiac rhythm monitoring, and the length stay. The COP + RAP strategy improves the short-term clinical outcomes of self-expanding TAVI due to fewer infection-related readmissions.

**Keywords:** Transcatheter aortic valve implantation. Pacemaker. Cusp overlap. Rapid atrial pacing.

## Abreviaturas

**AV:** auriculoventricular. **BRI:** bloqueo de rama izquierda. **EAR:** estimulación auricular rápida. **IMP:** implante de marcapasos permanente. **TAVI:** implante percutáneo de válvula aórtica. **TSC:** técnica de superposición de cúspides.

## INTRODUCCIÓN

El implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) se ha consolidado como una opción para el tratamiento de la estenosis aórtica grave sintomática en todos los grupos de riesgo<sup>1,2</sup>. Esta técnica de implante ha ido evolucionando hacia una intervención menos invasiva con hospitalizaciones más cortas<sup>3,4</sup>. Como la duración de la estancia hospitalaria se ha asociado a eventos cardiovasculares adversos mayores durante el seguimiento<sup>5</sup>, optimizar esta intervención es algo que sigue preocupando en la actualidad. Varios estudios han demostrado que los pacientes pueden recibir el alta, de forma segura, 72 y hasta 48 horas después del TAVI. De hecho, hasta la fecha, se han descrito varios protocolos con un abordaje minimista, principalmente con válvulas expandibles con balón<sup>6-9</sup>. No obstante, la posible necesidad de implante de un marcapasos permanente (IMP) suele alargar las duración del ingreso hospitalario para la vigilancia del ritmo cardíaco tras el TAVI<sup>10,11</sup>. Esta cuestión es especialmente importante cuando hablamos de válvulas autoexpandibles<sup>12-14</sup> pues la tasa de IMP es mayor en estos modelos y la mayor parte de las estrategias de alta precoz se han descrito en pacientes intervenidos con prótesis balón-expandibles<sup>9,15</sup>.

La tasa de IMP se puede reducir guiando el TAVI mediante la técnica de superposición de cúspides (SC), que permite aislar la cúspide no coronariana y controlar mejor la profundidad de implante de la válvula<sup>16,17</sup>. También se ha propuesto el uso de la estimulación auricular rápida (EAR) tras el implante para detectar trastornos de la conducción auriculoventricular (AV)<sup>18</sup>. No obstante, se desconoce el efecto que podría tener emplear ambas técnicas preventivas y diagnósticas en los resultados clínicos tras el TAVI con válvulas autoexpandibles. En este sentido, el presente estudio se diseñó para determinar si, comparado con el tratamiento estándar, el uso conjunto de TSC + EAR mejora el manejo de los trastornos de la conducción y los resultados tempranos tras TAVI realizados con válvulas autoexpandibles.

## MÉTODOS

### Población del estudio

Se diseñó un análisis retrospectivo y unicéntrico de pacientes consecutivos tratados con TAVI autoexpandible por vía transfemoral entre enero de 2018 y enero de 2022. Todos los pacientes presentaban estenosis aórtica grave sintomática y fueron considerados aptos para el TAVI por el equipo multidisciplinario. Se incluyeron todos los casos transfemorales con independencia del riesgo quirúrgico asociado. De esta cohorte, se seleccionó a aquellos pacientes en ritmo sinusal que recibieron una prótesis autoexpandible. Por otro lado, se excluyó a todos aquellos pacientes con fibrilación auricular o marcapasos permanentes y a aquellos que no fueron seguidos en nuestra Comunidad. Se excluyeron todas aquellas intervenciones realizadas antes de 2018 a fin de poder poner a prueba nuestra hipótesis en una serie homogéneamente contemporánea.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del centro y todos los sujetos dieron su consentimiento informado por escrito.

### El procedimientoTAVI

La evaluación pre-TAVI incluyó un electrocardiograma (ECG) a nivel basal, una ecocardiografía transtorácica, una angiografía coronaria y periférica y una tomografía computarizada. La técnica de implante empleada por los operadores fue la técnica estándar de abordaje "mínimo" convencional descrito con anterioridad<sup>3,4,19</sup>: se minimizaron todas las líneas invasivas y las intervenciones se realizaron bajo sedación superficial y anestesia local. El acceso femoral se obtuvo mediante punción ecoguiada y se empleó un doble cierre vascular percutáneo (Perclose, Abbott, MN, Estados Unidos) previo a la administración de heparina no fraccionada. Durante la intervención, se implantó a todos los pacientes un marcapasos temporal mediante abordaje venoso femoral a través de un catéter bipolar con balón (5 French, Arrow, Teleflex, Estados Unidos) colocado en el ápex del ventrículo derecho. La dilatación valvular pre y posoperatoria se dejó a criterio del operador. Tras el implante, se realizó una angiografía supravalvular rutinaria para descartar fugas periprotésicas. Al finalizar la intervención, se llevó a cabo una angiografía de control del acceso vascular principal en todos los pacientes para comprobar el éxito del cierre de la arteriotomía y la integridad de los vasos iliofemorales. Hasta mayo de 2020 (cohorte a tratamiento estándar), el marcapasos temporal se mantuvo durante 24 horas con vigilancia en la unidad de cuidados intensivos cardiológicos (UCIC), con posterior traslado a la planta de cardiología. El marcapasos permanente se implantó en presencia de bloqueo AV completo o de alto grado persistente o de nueva aparición.

A partir de junio de 2020, la intervención se modificó para incluir, de forma rutinaria: *a)* la TSC durante el implante de la válvula para poder valorar la profundidad de implantación y *b)* la EAR al final de la intervención en ausencia de bloqueo AV completo, a frecuencias progresivas entre 70 y 120 lpm (o hasta observar un bloqueo tipo Wenckebach inducido por estimulación) en incrementos de 10 lpm durante un total de 20 latidos por cada incremento<sup>18</sup>. En pacientes con bloqueo AV completo persistente, se implantó un marcapasos permanente el mismo día. En ausencia de complicaciones inmediatas, los pacientes fueron trasladados a una cama de hospitalización estándar monitorizada, minimizando, así, la estancia en la UCIC salvo que fuera clínicamente necesario, manteniéndose la vigilancia con marcapasos temporal solo durante 24 horas en presencia del fenómeno de Wenckebach o en pacientes con bloqueo AV hasta el implante de un marcapasos permanente. La decisión final sobre el alta del paciente se tomó en base a sus características y estado clínico y se dejó a criterio del médico tratante.

### Seguimiento

Tras el implante, la evaluación incluyó ECG, ecocardiograma, seguimiento clínico intrahospitalario y a los 90 días. Se recopilaron

todos los datos clínicos, operatorios, intrahospitalarios y de seguimiento de los pacientes a partir de la historia clínica electrónica.

### Objetivos del estudio

Los principales objetivos del estudio en materia de seguridad y eficacia fueron el bloqueo AV completo tras el implante con la TSC y el rendimiento diagnóstico de la EAR + la TSC en válvulas autoexpandibles.

Los objetivos secundarios fueron la duración de la estancia hospitalaria tras el TAVI y la incidencia de eventos cardiovasculares adversos mayores, definidos como mortalidad cardiovascular, IMP, rehospitalización por descompensación de la insuficiencia cardiaca, accidente cerebrovascular y complicaciones hemorrágicas y vasculares mayores ocurridas dentro de los 90 días siguientes al alta hospitalaria. Las rehospitalizaciones por infecciones asociadas a la atención médica recibida dentro del mismo periodo se analizaron por separado.

### Análisis estadístico

Las variables categóricas se expresan como número (porcentajes) y se compararon mediante la prueba de la  $\chi^2$ . La normalidad de la distribución de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Atendiendo a su distribución, las variables continuas se expresan como media  $\pm$  desviación estándar o mediana con rango intercuartílico [RIC] y se compararon mediante la prueba de la t de Student, ANOVA o prueba de Wilcoxon, según corresponda. A efectos del análisis multivariado, primero se seleccionaron todas las variables basales que mostraron una asociación significativa con el resultado ( $p < 0,2$ ) para, luego, realizar una regresión logística simple. Las variables con un valor de  $p < 0,05$  fueron incluidas en un análisis de regresión logística múltiple. Las odds ratios (OR) se calcularon mediante regresión logística uni y multivariada e intervalos de confianza del 95%. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando RStudio 4.1.<sup>20</sup> Los valores de  $p < 0,05$  fueron considerados significativos a nivel estadístico.

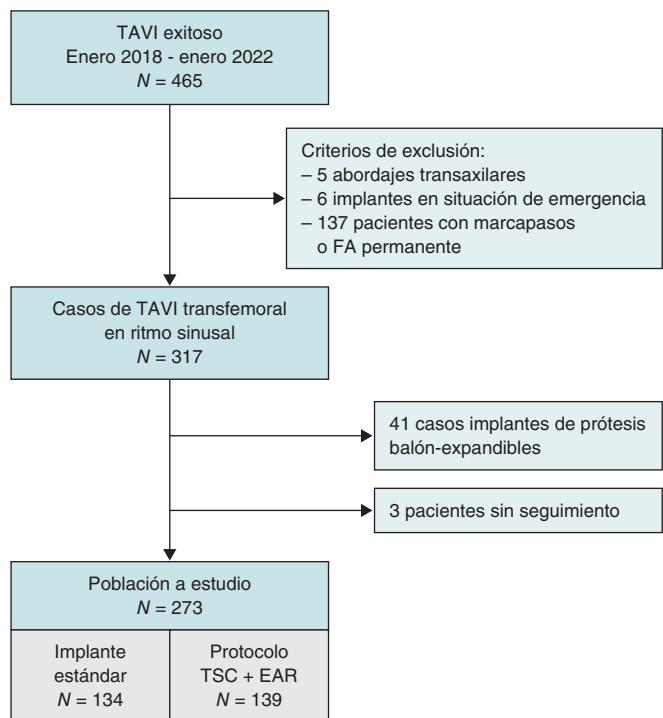
## RESULTADOS

### Características basales

Un total de 134 de los 273 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión del estudio incluidos recibieron implantes estándar y 139 TSC + EAR (figura 1). La media de edad de los pacientes fue de  $81 \pm 7$  años (siendo el 51,3%, mujeres) con una prevalencia similar de factores de riesgo cardiovascular y comorbilidades entre los distintos grupos. Los pacientes del grupo de implante estándar tenían peor clase funcional de la NYHA y no había ninguna diferencia en el riesgo quirúrgico (tabla 1). Ambas cohortes tenían tasas similares de trastornos de la conducción basales. En el ecocardiograma basal, el gradiente medio transaórtico fue de 47 [41-58] mm Hg, no observándose diferencias significativas en los hallazgos iniciales entre los 2 grupos. El grupo TSC + EAR tenía una puntuación de calcio valvular [2.429 [1.577-3.557] unidades Agatston] y perímetros más grandes del tracto de salida del ventrículo izquierdo y del anillo valvular ( $p = 0,006$  y  $p = 0,04$ , respectivamente) (tabla 1).

### Intervención y resultados intrahospitalarios

Los detalles de la intervención se muestran en la tabla 2. Todos los procedimientos se realizaron bajo sedación consciente, empleándose midazolam y fentanilo con mayor frecuencia que dexmedetomidina en la cohorte TSC + EAR ( $p < 0,001$ ). Además, de conformidad con las recomendaciones actuales en válvulas autoexpandibles, la tasa de predilatación fue mucho mayor en el grupo TSC + EAR ( $p < 0,001$ ).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de inclusión de los pacientes. FA: fibrilación auricular; TSC: técnica de superposición de cúspides; EAR: estimulación auricular rápida; TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica.

La ocurrencia de trastornos de la conducción intraprocedimiento fue menor con la TSC en el grupo TSC + EAR (25,8 frente al 14,4%;  $p = 0,007$ ; OR = 0,49; IC95%, 0,27-0,91;  $p = 0,026$ ), a expensas principalmente porque de un menor número de bloqueos AV completos temporales (tabla 2), mientras que las tasas de bloqueo AV de primer grado de nueva aparición y el bloqueo de rama izquierda (BRI) fueron parecidos entre los 2 grupos. El marcapasos definitivo se implantó el mismo día en 16 pacientes del grupo TSC + EAR con bloqueo AV persistente. La EAR reveló la presencia del fenómeno de Wenckebach a una frecuencia media de estimulación de 115 lpm en 24 pacientes, lo cual redujo la necesidad de vigilancia con marcapasos temporal, que pasó del 91,8% en el grupo a tratamiento estándar al 28,1% en el grupo TSC + EAR ( $p < 0,001$ ). De los pacientes de la cohorte TSC + EAR que no desarrollaron el fenómeno de Wenckebach ( $n = 98/122$ , 80,3%) solo el 3% precisó un marcapasos definitivo (OR = 0,16; IC95%, 0,03-0,76;  $p = 0,02$ ; valor predictivo negativo = 97%; IC95%, 91-99%). Los pacientes con Wenckebach inducido por estimulación tenían un mayor riesgo de IMP durante la hospitalización (OR = 6,33; IC95%, 1,30-34,29;  $p = 0,021$ ; valor predictivo positivo 79%, IC95%, 58-93%).

La incidencia de bloqueo AV y el momento de implante del marcapasos tras el TAVI se muestran en la figura 2. El bloqueo AV de aparición tardía ( $> 48$  horas después del TAVI) sobrevino en el 8,2% de los pacientes con implante estándar frente al 3,6% de los pacientes del grupo TSC + EAR ( $p = 0,14$ ), en su mayoría, en presencia de un BRI de nueva aparición (el 68% de los casos). La incorporación de ambas maniobras no influyó en la duración de la intervención ni provocó eventos adversos, con una tasa baja y similar de complicaciones intrahospitalarias entre los 2 grupos (tabla 3). La menor profundidad del implante tampoco derivó en una tasa superior de insuficiencia aórtica residual ( $p = 0,32$ ).

Una estancia más corta en la unidad de cuidados intensivos sumado a una menor tasa de vigilancia con marcapasos temporal a 24 horas redujo significativamente la duración de la estancia hospitalaria en

**Tabla 1.** Características demográficas, electrocardiográficas y de imagen a nivel basal

Variables	Implante estándar (n = 134)	TSC + EAR (n = 139)	p
Género femenino	71 (53,0)	69 (49,6)	0,66
Edad (años)	81 [76-85]	81 [75-85]	0,77
Hipertensión	112 (83,6)	108 (77,7)	0,28
Diabetes	47 (35,1)	52 (37,4)	0,78
IMC	27,2 [24,5-30,4]	27,5 [25,0-30,0]	0,99
Bloqueadores beta	31 (23,1)	40 (28,8)	0,36
Cardiopatía isquémica	37 (27,6)	39 (28,1)	1,00
Descompensación de la IC durante los últimos 12 meses	34 (25,4)	43 (30,9)	0,38
TFG basal (ml/min)	61 [43-79]	54 [40-75]	0,12
ACV/AIT previos	15 (11,2)	8 (5,8)	0,16
Neoplasia activa	11 (8,2)	10 (7,2)	0,93
Clase funcional NYHA III-IV	87 (64,9)	63 (45,3)	< 0,001
Síncope	11 (8,2)	11 (7,9)	1,00
EuroSCORE II	2,80 [1,80-4,40]	3,20 [1,70-5,15]	0,63
<b>Variables electrocardiográficas</b>			
Duración intervalo PR a nivel basal (ms)	180 [160-200]	172 [150-200]	0,21
Bloqueo auriculoventricular de primer grado	21 (15,9)	27 (19,4)	0,63
Fibrilación auricular paroxística	16 (11,9)	19 (13,7)	0,8
Duración del complejo QRS (ms)	100 [90-120]	97 [90-112]	0,11
Bloqueo de rama izquierda	14 (10,4)	9 (6,5)	0,27
Bloqueo de rama derecha	17 (12,7)	18 (12,9)	1,00
<b>Variables ecocardiográficas:</b>			
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (%)	60 [55-60]	60 [57-63]	0,51
Grosor del septo interventricular (mm)	13 [11-14]	13 [12-14]	0,56
Gradiente máximo valvular aórtico (mmHg)	77 [69-92]	74 [65-94]	0,27
Gradiente medio valvular aórtico (mmHg)	48 [42-58]	46 [41-58]	0,39
Insuficiencia aórtica III-IV	21 (15,7)	24 (17,3)	0,56
Puntuación calcio aórtico (AU)	2.110 [1.455-3.495]	2.586 [1.682-3.590]	0,31
Perímetro del anillo (mm)	74 [69-80]	77 [71-83]	0,04
Perímetro del TSVI (mm)	72,0 [67,0-77,2]	74,0 [71,0-83,0]	0,006

AIT: accidente isquémico transitorio; IC: insuficiencia cardiaca; IMC: índice de masa corporal; NYHA: New York Heart Association; TFG: tasa de filtración glomerular; TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo.

Los datos expresan no. (%) o mediana [rango intercuartílico].

la cohorte TSC + EAR ( $-3,0 [-2,5 \text{ a } -3,5]$  días;  $p < 0,0001$ ), posibilitando el alta en 48 horas en el 56,8% de los casos frente al 7,5% del grupo a tratamiento estándar ( $p < 0,001$ ).

## Resultados a 90 días

A los 90 días, la tasa acumulada de IMP en la cohorte TSC + EAR siguió siendo menor que en el grupo con implante estándar (29,5 frente al 18,7%;  $p = 0,049$ ). De un total de 65 marcapasos, cincuenta y ocho (89%) fueron implantados durante la hospitalización inicial

y 7 (11%) tras el alta. Dos de los 3 pacientes del grupo TSC + EAR que precisaron un IMP tardío desarrollaron BRI de nueva aparición (anchura del complejo QRS de 127 y 136 ms respectivamente) y ambos desarrollaron, además, el fenómeno de Wenckebach a 120 lpm. Aunque se les monitorizó con mantenimiento del marcapasos temporal durante 24 horas sin observarse ningún evento, estos desarrollaron un bloqueo AV de alto grado dentro de las 48 siguientes al alta hospitalaria (4 días después del TAVI). Aunque el tercer paciente tenía un bloqueo AV de primer grado de nueva aparición (intervalo PR: 240 ms), fenómeno de Wenckebach a 120 lpm y un complejo QRS estrecho (118 ms) terminó desarrollando un bloqueo

**Tabla 2.** Características de la intervención, electrocardiográficas y resultados de imagen

Variables	Tratamiento estándar (n = 134)	TSC + EAR (n = 139)	p
<b>Intervención</b>			
Predilatación	22 (16,4)	72 (51,8)	< 0,001
Posdilatación	37 (27,6)	30 (21,6)	0,31
Válvula bicúspide	9 (6,7)	15 (10,8)	0,33
Valve-in-valve	7 (5,2)	9 (6,5)	0,85
<i>Tipo de válvula</i>			< 0,001
Evolut Pro	93 (69,4)	71 (51,1)	
Portico/Navitor	41 (30,6)	68 (48,9)	
Duración de la intervención (min)	88 [70-104]	80 [65-100]	0,18
Marcapasos temporal durante 24 horas, n (%)	123 (91,8)	39 (28,1)	< 0,001
Vigilancia en la UCIC	115 (88,5)	32 (23)	< 0,001
<b>Electrocardiograma tras la intervención</b>			
Bloqueo AV completo intraoperatorio			0,007
Persistente	17 (12,8)	16 (11,5)	
Transitorio	17 (12,8)	4 (2,9)	
Duración del intervalo PR tras la intervención (ms)	200 [160-232]	187 [160-220]	0,33
Duración del complejo QRS tras la intervención (ms)	120 [100-150]	127 [100-150]	0,93
Bloqueo AV de primer grado de novo (N = 242)	24 (21,8)	25 (18,9)	0,69
Bloqueo de rama izquierda de novo	40 (29,9)	39 (28,3)	0,88
Fibrilación auricular de novo, n (%)	13 (9,7)	7 (5,0)	0,21
<b>Ecocardiografía tras la intervención</b>			
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (%)	60 [60-64]	60,0 [60-60]	0,65
Gradiente medio valvular aórtico (mmHg)	9 [6-12]	8 [6-12]	0,83
IA residual significativa	3 (2,3)	1 (0,7)	0,32

AV: auriculoventricular; IA: insuficiencia aórtica; UCIC: unidad de cuidados intensivos cardíacos.

Los datos expresan no. (%) o mediana [rango intercuartílico].

AV de alto grado el 55º día. Ningún paciente con una prueba de EAR negativa precisó un IMP tardío. El análisis logístico univariado de los posibles factores basales y operatorios del IMP tras el TAVI se muestra en la [tabla 4](#). Se debe mencionar que las diferencias en materia de sedación, predilatación, modelo de la válvula ( $p = 0,98$ ) y válvulas bicúspides ( $p = 0,71$ ) no influyeron en el riesgo de IMP tras el TAVI. En el análisis multivariado, el anterior bloqueo AV de primer grado, el bloqueo de rama derecha a nivel basal, la posdilatación de la válvula y el BRI de nueva aparición se asociaron al IMP. El combo TSC + EAR minimizó la necesidad de IMP en el seguimiento a 90 días ( $OR = 0,48$ ; IC95%, 0,24-0,92;  $p = 0,031$ ) ([figura 3](#)).

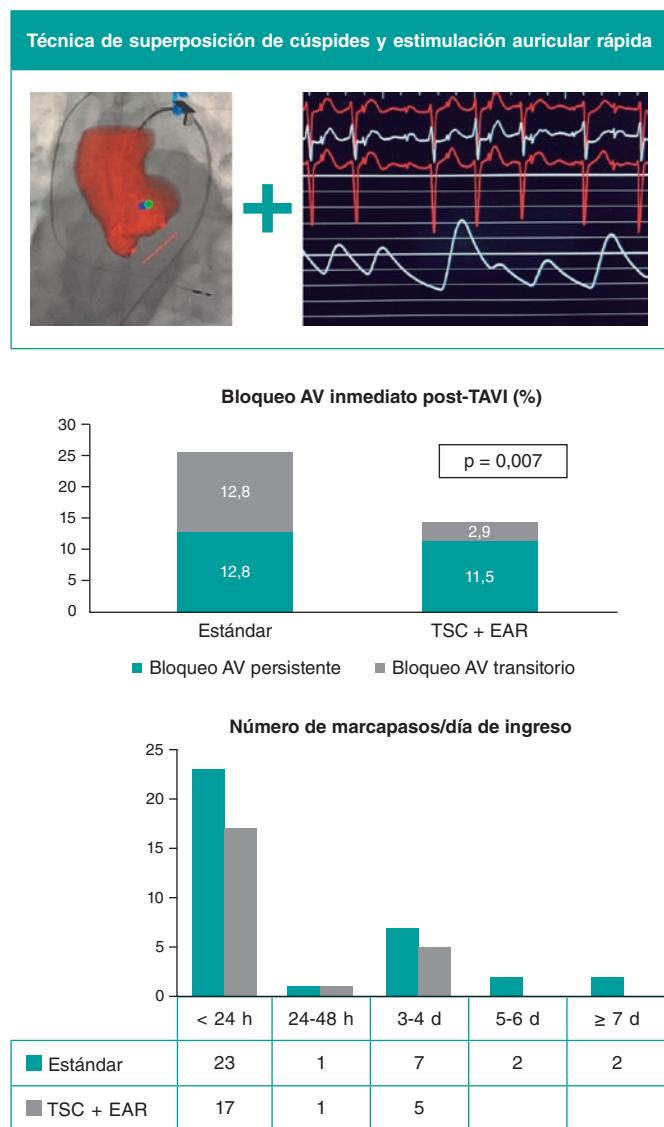
El porcentaje de eventos del objetivo secundario compuesto fue menor en el grupo TSC + EAR que la cohorte de implante estándar (20,1 frente al 10,1%;  $p = 0,031$ ). Las tasas de rehospitalización por IC y mortalidad fueron bajas y parecidas en los 2 grupos durante el seguimiento ([tabla 3](#)). Ninguna de las 3 muertes descriptas durante el seguimiento se asoció a trastornos del ritmo cardiaco. A los 90 días, se observó un descenso de las rehospitalizaciones por infecciones asociadas a la hospitalización en la cohorte TSC + EAR

( $OR = 0,35$ ; IC95%, 0,12-0,89;  $p = 0,036$ ) ([figura 4](#)) con un descenso de las probabilidades de infección del 8,6% por cada día que el paciente no permanecía hospitalizado ( $OR = 0,91$ ; IC95%, 0,85-0,99;  $p = 0,023$ ). Las infecciones más habituales fueron urinarias (47,4%) y respiratorias (42,1%). Ningún paciente presentó infecciones asociadas al IMP.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, demostramos que la combinación de TSC + EAR reduce el riesgo de bloqueo AV completo tras el TAVI autoexpandible y una EAR negativa tras el implante descarta adecuadamente trastornos de la conducción AV subyacentes que requieran IMP.

Esta estrategia reduce tanto la necesidad de marcapasos transitorio como la aparición de bloqueo AV de aparición tardía, posibilitando, de forma segura, altas precoces en pacientes en ritmo sinusal tratados con válvulas autoexpandibles. Reducir la estancia hospitalaria reduce, a su vez, significativamente las infecciones hospitalarias en el seguimiento a corto plazo ([figura 4](#)).



**Figura 2.** Tendencias de BAV completo inmediato e de implante de marcapasos permanente durante la hospitalización. Arriba: técnica de superposición de cúspides intraprocedimiento y estimulación auricular rápida con fenómeno de Wenckebach. Centro: comparativa del BAV inmediato en los grupos a implante estándar y de protocolo. Abajo: tendencia del implante de marcapasos durante la hospitalización. BAV: bloqueo auriculoventricular; EAR: estimulación auricular rápida; TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica; TSC: técnica de superposición de cúspides.

El abordaje minimalista en el TAVI ha ido cobrando cada vez más importancia como forma de simplificar la intervención y favorecer recuperaciones más rápidas<sup>4,6-8</sup>. Varios estudios han demostrado que el alta precoz tras el TAVI es posible preservando los estándares de eficacia, seguridad del paciente y resultados<sup>3,9,21</sup>. No obstante, la mayoría de estos estudios incluyeron pacientes altamente seleccionados con predominio de prótesis balón-expandibles, lo cual podría no ser representativo en el escenario actual del TAVI. La evidencia en los inicios del abordaje minimalista en TAVI identificó a las válvulas autoexpandibles como predictores de la aparición de trastornos del ritmo y retraso del alta hospitalaria<sup>5,6</sup>. Como el riesgo de trastornos de la conducción AV continua estando entre el 5 y el 30%, incluso con las prótesis valvulares percutáneas actuales<sup>10,12-14</sup>, y no hay, hasta la fecha, un método adecuado para valorar el riesgo de desarrollar bloqueo AV, las válvulas

**Tabla 3.** Resultados inmediatos y a corto plazo

Variables	Implante estándar (n = 134)	TSC + EAR (n = 139)	p
<i>Intrahospitalarias</i>			
Marcapasos durante el ingreso	35 (26,1)	23 (16,5)	0,07
Fracaso renal agudo posprocedimiento	11 (8,2)	6 (4,3)	0,29
Accidente cerebrovascular	2 (1,5)	1 (0,7)	0,62
Hemorragia grave	6 (4,5)	3 (2,2)	0,33
Complicaciones vasculares mayores	7 (5,2)	4 (2,9)	0,21
Duración de la estancia hospitalaria (días)	5 [4-8]	2 [1-4]	< 0,001
Alta en 48 horas	10 (7,5)	79 (56,8)	< 0,001
<i>Seguimiento a 90 días</i>			
Incidencia acumulada de marcapasos	39 (29,1)	26 (18,7)	0,049
Ingreso por IC	12 (9,1)	7 (5,0)	0,29
Accidente cerebrovascular/AIT	4 (3,0)	2 (1,4)	0,44
Hemorragia grave	7 (5,3)	2 (1,4)	0,09
Complicaciones vasculares mayores	5 (3,8)	2 (1,4)	0,22
Muerte cardiovascular	2 (1,5)	1 (0,7)	0,62
Compuesto de MACE a 90 días	27 (20,1)	14 (10,1)	0,031
Rehospitalización por infección	14 (10,6)	5 (3,6)	0,04

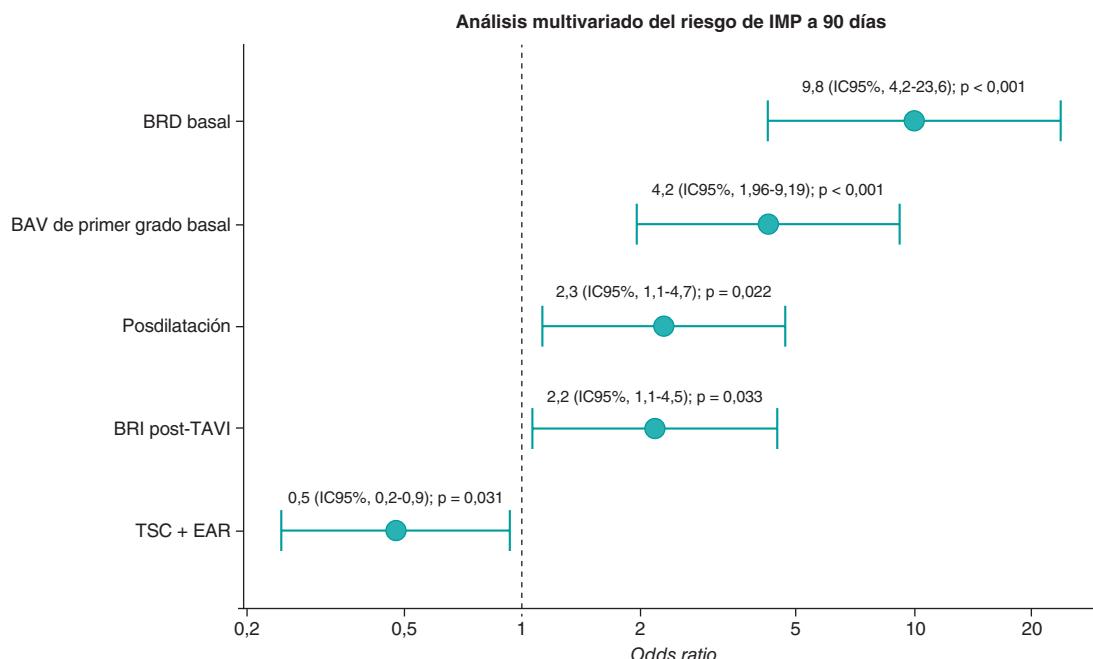
AIT: accidente isquémico transitorio; IC: insuficiencia cardiaca; MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores.

Los datos expresan no. (%) o mediana [rango intercuartílico].

**Tabla 4.** Principales factores asociados a IMP post-TAVI: análisis de regresión logística no ajustado de los predictores de IMP a 90 días

Variables	OR (IC95%)	p
Edad	0,99 (0,93-1,03)	0,93
Bloqueadores beta	0,92 (0,47-1,72)	0,80
BAV de primer grado basal	3,65 (1,88-7,10)	< 0,001
BRD basal	6,91 (3,28-15,02)	< 0,001
BRI basal	0,90 (0,29-1,38)	0,84
Perímetro del anillo	1,00 (0,99-1,01)	0,74
Perímetro del TSVI	1,05 (0,98-1,05)	0,34
Sedación	1,54 (0,88-2,71)	0,13
Predilatación	0,87 (0,47-1,56)	0,64
Posdilatación	1,83 (0,98-3,36)	0,05
BAV de primer grado de nueva aparición	1,46 (0,65-3,08)	0,34
BRI de nueva aparición	1,65 (0,90-2,97)	0,09
TSC + EAR	0,55 (0,31-0,96)	0,04

BAV: bloqueo auriculoventricular; BRD: bloqueo de rama derecha; BRI: bloqueo de rama izquierda; EAR: estimulación auricular rápida; TSC: técnica de superposición de cúspides.



**Figura 3.** Gráfico del análisis multivariado de predictores del implante de marcapasos permanente a 90 días. IC95%: intervalo de confianza del 95%; BAV: bloqueo auriculoventricular; BRD: bloqueo de rama derecha; BRI: bloqueo de rama izquierda; EAR: estimulación auricular rápida; IMP: implante de marcapasos permanente; TSC: técnica de superposición de cúspides.



**Figura 4. Figura central.** Principales hallazgos inmediatos y a corto plazo de la combinación de técnica de superposición de cúspides + estimulación auricular rápida en el implante de válvulas autoexpandibles. OR: odds ratio; TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica.

autoexpandibles han estado siempre infrarrepresentadas en los protocolos de alta precoz<sup>3,7,22,23</sup>.

Los trastornos de la conducción pos-implante siguen siendo una de las debilidades del TAVI, y sigue habiendo una enorme heterogeneidad en las recomendaciones sobre su manejo<sup>24,25</sup>. En este sentido, el objetivo de nuestro estudio fue minimizar su aparición y mejorar la

evaluación de los trastornos de la conducción postimplante sin aumentar la invasividad en pacientes tratados con válvulas autoexpandibles, aunando 2 maniobras previamente descritas.

El empleo de la TSC, se ha establecido como un método eficaz para optimizar la profundidad del implante<sup>16,17</sup>. Aislara la cúspide no coronariana permite identificar mejor el punto más inferior del anillo

aórtico, lo cual permite una posición más alta (más aórtica) de la prótesis, lo que a su vez minimiza el riesgo de trastornos de la conducción post-TAVI. Diversos estudios observacionales han descrito el uso de la TSC en varios tipos de válvulas autoexpandibles<sup>15-17,26</sup> subrayando sus potenciales beneficios a la hora de reducir la tasa de IMP en las válvulas Evolut (Medtronic, Estados Unidos) y Portico (Abbott Structural Heart, Estados Unidos)<sup>27</sup>. En línea con estos estudios, en nuestra cohorte, la TSC redujo significativamente la aparición del bloqueo AV transitorio intraoperatorio y de aparición tardía (> 48 horas), con independencia del tipo de válvula autoexpandible empleada, y sin un impacto notable en la tasa de BRI de nueva aparición, que permaneció en torno al 29% en ambas cohortes.

Tras el implante, los actuales documentos de consenso recomiendan la vigilancia con marcapasos temporal durante, como mínimo, 24 horas. El manejo posterior depende de los trastornos de la conducción basales, intra y posoperatorios<sup>25,28</sup> y puede resultar en una mayor duración del uso del marcapasos temporal o una monitorización intrahospitalaria más prolongada. En este contexto, la EAR emerge como una estrategia fácil e interesante para discriminar qué pacientes necesitan permanecer para monitorización. Desde su publicación en 2020<sup>18</sup>, varios estudios han reconocido que esta técnica está infroutilizada, a pesar de ser un componente importante de los estudios electrofisiológicos que se realizan de forma rutinaria para estudiar la conducción AV<sup>10</sup>. Si bien tiene como limitación que evalúa específicamente el intervalo auricular-His, parece ser un buen indicador de trastornos subyacentes de la conducción, con un elevado valor predictivo negativo para el IMP en ausencia del fenómeno de Wenckebach. En nuestro estudio, un 19.8% de los pacientes presentaron fenómeno de Wenckebach durante la estimulación auricular dinámica, con un valor predictivo positivo moderado. Lo más importante no obstante es que la ausencia de bloqueo AV inducido durante la EAR tuvo un valor predictivo negativo muy alto de IMP durante el seguimiento. Estos resultados concuerdan con el estudio sobre EAR realizado en prótesis balón-expandibles<sup>18</sup>, mostrando una fiabilidad adecuada del estudio del punto de Wenckebach AV para evaluar los trastornos de la conducción inmediatamente después del implante de válvulas autoexpandibles. La mejora en la profundidad de implante de la válvula y la estratificación del riesgo de trastornos de la conducción AV nos permitió reducir el mantenimiento del marcapasos transitorio endovenoso en un 63,1% de los casos, con menos bloques AV de alto grado de aparición tardía y sin influir en la duración de la intervención ni en las complicaciones, lo cual favorece una recuperación temprana y minimiza el deterioro funcional. Más aún, aunque los protocolos de alta precoz descritos hasta la fecha se han centrado en demostrar la seguridad de la misma, se debe resaltar que en nuestra cohorte con un protocolo simplificado se observó un descenso significativo de la tasa de rehospitalizaciones por infecciones nosocomiales a los 90 días. La menor incidencia de las infecciones nosocomiales respiratorias y urinarias probablemente se deba a una reducción en la duración de la estancia hospitalaria, la cual se ha asociado con la aparición de eventos adversos<sup>5</sup>. Las diferencias observadas en la ocurrencia de eventos cardiovasculares adversos mayores, aunque significativas, deben ser interpretadas con cautela, ya que parte de los hallazgos podrían deberse a avances tecnológicos y a la experiencia acumulada.

El beneficio de la combinación de estas maniobras se confirma en el análisis multivariado y en las diferencias mantenidas en la tasa de IMP en el seguimiento a 90 días. No obstante, se recomienda especial precaución en pacientes que desarrollan BRI persistente tras el TAVI, ya que este fue un predictor del bloqueo AV de aparición tardía e IMP. Estos pacientes probablemente se beneficien de una monitorización más prolongada y, en presencia de BRI de nueva aparición o fenómeno de Wenckebach inducido, un estudio electrofisiológico o una monitorización electrocardiográfica mantenida podrían ayudar a estratificar el riesgo en pacientes con indicaciones menos definidas de IMP tras el TAVI<sup>29-31</sup>.

## Limitaciones

Este es un estudio unicéntrico con un tamaño muestral modesto y un diseño observacional, por lo que existe un sesgo inherente asociado a la selección de pacientes. En primer lugar, ambas cohortes no son contemporáneas, lo cual podría introducir sesgos asociados a avances tecnológicos o a una mayor experiencia de los operadores a lo largo del tiempo. En segundo lugar, la EAR se limita a pacientes en ritmo sinusal y aunque el umbral de 120 lpm para la tasa máxima de sobreestimulación se seleccionó según la literatura previa, podría no ser suficiente ya que los pacientes de bajo riesgo suelen ser más jóvenes y puede que precisen frecuencias de estimulación más altas. Asimismo, la EAR estresa la conducción AV a nivel auriculo-Hisiano, razón por la cual nuestros resultados podrían no haber analizado adecuadamente a pacientes QRS ancho, donde el trastorno de conducción sobreviene en el segmento His-Ventricular<sup>18,30,31</sup>. En tercer lugar, nuestro protocolo tiene el inconveniente de necesitar un marcapasos temporal para que pueda trasladarse a la aurícula al final de la intervención, lo cual no es factible en intervenciones que realizan estimulación a través de la guía del ventrículo izquierdo. No obstante, creemos que esta estrategia puede ser una forma segura y eficaz de estratificar el riesgo de los trastornos de conducción de los pacientes inmediatamente después de la intervención. Por último, nuestro estudio se centró en pacientes en ritmo sinusal y con prótesis autoexpandibles, razón por la cual los resultados y conclusiones deben interpretarse en este contexto.

## CONCLUSIONES

Combinar la TSC durante el TAVI con la EAR inmediatamente después reduce la incidencia de bloqueo AV posoperatorio y mejora la evaluación de los trastornos subyacentes a la conducción auriculo-Hisiana en pacientes con implante de válvulas autoexpandibles lo cual, a su vez, permite reducir la duración de monitorización con marcapasos transitorio y los días de hospitalización, con diferencias mantenidas en la tasa de IMP tras 90 días de seguimiento. Optimizar el manejo tras el TAVI tiene un impacto a corto plazo, debido principalmente a una reducción de reingresos por infecciones nosocomiales.

## FINANCIACIÓN

La Dra. M. Tamargo recibió financiación de becas de la Fundación para la Investigación Biomédica Gregorio Marañón (España) y del programa Río Hortega CM20/00054 del Instituto de Salud Carlos III (España). El Dr. J. Bermejo recibió apoyo parcial mediante la beca INT22/00025 del Instituto de Salud Carlos III (España).

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética institucional. Por su parte, todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito. Este manuscrito cumple con las directrices de las guías SAGER y se han tenido en cuenta posibles diferencias de género y/o edad, sin observarse diferencias significativas.

## DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se ha utilizado inteligencia artificial en la elaboración de este artículo.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores cumplen con las características internacionales de autoría de artículos científicos. Idea y diseño: M. Tamargo, J.

García Carreño, E. Gutiérrez, J. Bermejo y F. Fernández-Avilés. Recogida de datos: M. Tamargo, M. Huanca, E. Ludeña y J. García Carreño. Análisis: M. Tamargo, E. Gutiérrez y J. Bermejo. El manuscrito fue revisado y aprobado por todos los autores.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

### ¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- La potencial necesidad de IMP post-TAVI suele alargar las hospitalizaciones a efectos de vigilar el ritmo cardíaco.
- Las válvulas autoexpandibles se asocian a tasas más altas de IMP razón por la cual suelen ser excluidas de los protocolos de alta precoz en TAVI.

### ¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- El presente estudio demuestra que combinar la TSC + EAR permite una mejor estratificación del riesgo de trastornos de la conducción post-TAVI y reduce la estancia hospitalaria, con una menor tasa de IMP tras 90 días de seguimiento.
- Esto parece influir significativamente en los eventos post-TAVI en lo que se refiere a las infecciones nosocomiales a corto plazo.
- Es precisa más investigación de los factores de riesgo de eventos y la protocolización del alta precoz para una gestión óptima de los pacientes tratados de TAVI.

## BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. 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.
3. Barbanti M, van Mourik MS, Spence MS, et al. Optimising patient discharge management after transfemoral transcatheter aortic valve implantation: the multicentre European FAST-TAVI trial. *EuroIntervention*. 2019;15:147-154.
4. Alkhaili A, Lamba H, Deo S, et al. Safety of shorter length of hospital stay for patients undergoing minimalist transcatheter aortic valve replacement. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2018;91:345-353.
5. Wayangankar SA, Elgendi IY, Xiang Q, et al. Length of Stay After Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement: An Analysis of the Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Valve Therapy Registry. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2019;12:422-430.
6. Lauck SB, Sathananthan J, Park J, et al. Post-procedure protocol to facilitate next-day discharge: Results of the multidisciplinary, multimodality but minimalist TAVR study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020;96:450-458.
7. Wood DA, Lauck SB, Cairns JA, et al. The Vancouver 3M (Multidisciplinary, Multimodality, But Minimalist) Clinical Pathway Facilitates Safe Next-Day Discharge Home at Low-, Medium-, and High-Volume Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement Centers: The 3M TAVR Study. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2019;12:459-469.
8. Ichibori Y, Li J, Davis A, et al. Feasibility and Safety of Adopting Next-Day Discharge as First-Line Option After Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Invasive Cardiol*. 2019;31:64-72.
9. Costa G, Barbanti M, Picci A, et al. Predictors and safety of next-day discharge in patients undergoing transfemoral transcatheter aortic valve implantation. *EuroIntervention*. 2020;16:e494-e501.
10. Sammour Y, Krishnaswamy A, Kumar A, et al. Incidence, Predictors, and Implications of Permanent Pacemaker Requirement After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2021;14:115-134.
11. Sontis GC, Juni P, Pilgrim T, et al. Predictors of permanent pacemaker implantation in patients with severe aortic stenosis undergoing TAVR: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64:129-140.
12. Auffret V, Puri R, Urena M, et al. Conduction Disturbances After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Current Status and Future Perspectives. *Circulation*. 2017;136:1049-1069.
13. Lanz J, Kim WK, Walther T, et al. Safety and efficacy of a self-expanding versus a balloon-expandable bioprosthetic for transcatheter aortic valve replacement in patients with symptomatic severe aortic stenosis: a randomised non-inferiority trial. *Lancet*. 2019;394:1619-1628.
14. Feldman TE, Reardon MJ, Rajagopal V, et al. Effect of Mechanically Expanded vs Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement on Mortality and Major Adverse Clinical Events in High-Risk Patients With Aortic Stenosis: The REPRISE III Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018;319:27-37.
15. Jilaihawi H, Zhao Z, Du R, et al. Minimizing Permanent Pacemaker Following Repositionable Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2019;12:1796-1807.
16. Aljabbari T, Wijeyesundara HC, Radhakrishnan S. Cusp overlap method for self-expanding transcatheter aortic valve replacement. *Can J Cardiol*. 2020;36:S32-S3.
17. Pascual I, Hernandez-Vaquero D, Alperi A, et al. Permanent Pacemaker Reduction Using Cusp-Overlapping Projection in TAVR: A Propensity Score Analysis. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2022;15:150-161.
18. Krishnaswamy A, Sammour Y, Mangieri A, et al. The Utility of Rapid Atrial Pacing Immediately Post-TAVR to Predict the Need for Pacemaker Implantation. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2020;13:1046-1054.
19. Postaliam A, Strickman NE, Costello BT, Dougherty KG, Krajcer Z. "Simple" Transcatheter Aortic Valve Replacement With Conscious Sedation: Safety and Effectiveness in Real-World Practice. *Tex Heart Inst J*. 2021;49:e227863.
20. Team R. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA 2020.
21. Kamioka N, Wells J, Keegan P, et al. Predictors and Clinical Outcomes of Next-Day Discharge After Minimalist Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2018;11:107-115.
22. Aldalati O, Keshavarzi F, Kaura A, et al. Factors associated with safe early discharge after transcatheter aortic valve implantation. *Cardiol J*. 2018;25:14-23.
23. Spence MS, Baan J, Iacovelli F, et al. Prespecified Risk Criteria Facilitate Adequate Discharge and Long-Term Outcomes After Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Implantation. *J Am Heart Assoc*. 2020;9:e016990.
24. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J*. 2021;42:3427-3520.
25. Rodes-Cabau J, Ellenbogen KA, Krahn AD, et al. Management of Conduction Disturbances Associated With Transcatheter Aortic Valve Replacement: JACC Scientific Expert Panel. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:1086-1106.
26. Tang GHL, Zaid S, Michev I, et al. "Cusp-Overlap" View Simplifies Fluoroscopy-Guided Implantation of Self-Expanding Valve in Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2018;11:1663-1665.
27. Asmarats L, Gutierrez-Alonso L, Nombela-Franco L, et al. Cusp-overlap technique during TAVI using the self-expanding Portico FlexNav system. *Rev Esp Cardiol*. 2023;76:767-773.
28. Malebranche D, Bartkowiak J, Ryffel C, et al. Validation of the 2019 Expert Consensus Algorithm for the Management of Conduction Disturbances After TAVR. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2021;14:981-991.
29. Tovia-Brodie O, Michowitz Y, Belhassen B. Use of Electrophysiological Studies in Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2020;9:20-7.
30. Rivard L, Schram G, Asgar A, et al. Electrocardiographic and electrophysiological predictors of atrioventricular block after transcatheter aortic valve replacement. *Heart Rhythm*. 2015;12:321-329.
31. Knecht S, Schaer B, Reichlin T, et al. Electrophysiology Testing to Stratify Patients With Left Bundle Branch Block After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *J Am Heart Assoc*. 2020;9:e014446.