

REC: CardioClinics

www.reccardioclinics.org

Temas de actualidad

Selección de lo mejor del año 2020 en la evaluación y tratamiento de la insuficiencia tricuspídea



José F. Rodríguez-Palomares^{a,b,*}, Vanessa Moñivas Palomero^c, Francisco Calvo Iglesias^d, Irene Méndez Santos^e y Ariana González Gómez^f

^a Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Vall d'Hebron, Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

^b Centro de Investigación en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^c Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, Majadahonda, Madrid, España

^d Servicio de Cardiología, Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo, Pontevedra, España

^e Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^f Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

On-line el 31 de diciembre de 2020

Palabras clave:

Insuficiencia tricúspide

Cardiorresonancia magnética

Ecocardiografía

Intervención percutánea

TriClip

CardioBand

RESUMEN

La insuficiencia tricuspídea significativa es una valvulopatía prevalente con una elevada morbilidad. Las guías actuales no definen el momento preciso en el que se debe intervenir a estos pacientes. Por tanto, generalmente son intervenidos tardíamente y en un estado final de su enfermedad. En los últimos años, el tratamiento percutáneo ha surgido como una gran alternativa a la cirugía en candidatos seleccionados y con alto riesgo quirúrgico, y el dispositivo MitraClip en posición tricuspídea es el más empleado. Este artículo aborda los principales determinantes pronósticos de estos pacientes, su seguimiento, las indicaciones de tratamiento y las opciones terapéuticas. Además, se establece cómo se realiza la selección de candidatos tributarios a la opción percutánea no invasiva, así como el dispositivo más adecuado.

© 2020 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Cardiología.

Selection of the best of 2020 in the evaluation and treatment of tricuspid regurgitation

ABSTRACT

Significant tricuspid regurgitation is a prevalent valvular disease with a high morbidity and mortality rate. Current guidelines do not define the precise moment in which these patients should be referred to surgery. Therefore, cardiac surgery is performed late and in the final

Keywords:

Tricuspid regurgitation

Cardiovascular magnetic resonance

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: jfrodriguezpalomares@gmail.com, jfrodrig@vhebron.net (J.F. Rodríguez-Palomares).
<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2020.11.001>

2605-1532/© 2020 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Cardiología.

Echocardiography
Percutaneous intervention
TriClip
CardioBand

stage of the disease. In recent years, percutaneous treatment has emerged as a great alternative to surgery in selected candidates with high surgical risk, with the MitraClip device in the tricuspid position being the most widely used. This paper addresses the main prognostic determinants of these patients, their follow-up, the indications for treatment, and the therapeutic options. Also, it establishes how the selection of candidates for a non-invasive percutaneous option should be performed, as well as the most appropriate device.

© 2020 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Española de Cardiología.

La insuficiencia tricuspídea (IT) grave es una enfermedad valvular cardíaca prevalente que puede estar presente hasta en el 6% de los estudios ecocardiográficos¹, y que si no se trata, da lugar a una dilatación e insuficiencia progresiva del ventrículo derecho (VD), con un aumento asociado de la morbimortalidad^{2–4}. Su etiología puede ser primaria en el 20% de los casos (sobre todo mixomatosa o reumática) y secundaria (funcional) en el 80%. La presencia de disfunción ventricular izquierda, enfermedad valvular izquierda, hipertensión arterial pulmonar (HTP), disfunción VD, implante de marcapasos y dilatación auricular derecha son las principales causas de la IT funcional⁵.

Además de las diferentes causas, la IT funcional también presenta diferentes mecanismos por los que se produce⁶. En condiciones normales, el VD presenta una morfología cónica, con una coaptación de los velos a nivel del anillo tricuspídeo y con una superposición de estos entre 3–5 mm. En pacientes con IT funcional idiopática o atriogénica, existe una morfología normal del VD, dilatación del anillo tricuspídeo y de la base del VD (secundaria a la dilatación auricular) y mala coaptación de los velos. En pacientes con una IT secundaria a HTP, la dilatación del anillo tricuspídeo es menor; sin embargo, hay una dilatación de la porción media y apical del VD⁷ (secundaria al remodelado y acoplamiento del VD y la arteria pulmonar) que desplaza los músculos papilares, produce abombamiento (*tenting*) y falta de coaptación de la válvula⁶. Sabemos también que la propia anatomía del anillo tricuspídeo hace que sea una estructura muy sensible a la dilatación del VD, ya que no es una estructura fibrosa⁸.

Originalmente se pensaba que en los pacientes con IT funcional, el tratamiento de la enfermedad valvular izquierda corregía la valvulopatía derecha y, por lo tanto, se recomendaba un abordaje conservador⁵. Sin embargo, diversos estudios han demostrado una alta incidencia de IT residual tras el tratamiento conservador, que es significativa en el 25% de los pacientes⁹. Se han descrito diversos predictores asociados a la progresión de la IT, como la dilatación del anillo tricuspídeo, el área de abombamiento de los velos, la HTP, la dilatación y la esfericidad del VD (sobre todo medioventricular)¹⁰. Por ello, las actuales guías europea¹¹ y estadounidense¹² recomiendan la cirugía tricuspídea en pacientes con IT secundaria leve o moderada con anillo dilatado (≥ 40 mm o > 21 mm/m² por ecocardiografía 2D) sometidos a cirugía valvular izquierda (indicación clase IIa y IIb, respectivamente). Más controvertida es la indicación de cirugía aislada de la válvula tricúspide, recomendada para pacientes con IT grave sintomáticos o con dilatación o disfunción progresiva del VD, en ausencia de disfunción ventricular

izquierda o derecha grave o HTP significativa. Sin embargo, no se establece el punto de corte específico en el que se debe indicar la cirugía, por lo que la indicación se hace de forma arbitraria y variable según los diferentes centros. Así, se han descrito unas tasas de mortalidad tan altas como del 24%, que se sitúan en torno al 8,8% en las últimas series^{13,14}.

La gravedad de la IT influye en la morbimortalidad en el seguimiento^{15,16}, y en este sentido, un metaanálisis reciente ha demostrado que la mortalidad es doblemente superior en pacientes con IT moderada o grave en comparación con aquellos con IT nula o leve¹⁷. Una clase funcional avanzada, la dilatación y disfunción del VD, la presencia de HTP, la insuficiencia renal y la disfunción hepática grave se consideran los principales factores de riesgo. El problema de los pacientes con IT es que pueden permanecer asintomáticos durante un largo periodo de tiempo y cuando aparecen los síntomas, el paciente puede encontrarse en una etapa irreversible en la que persiste la disfunción VD a pesar de la cirugía^{18,19}. Un estudio reciente de Axtell et al. con 3.276 pacientes con IT aislada ha demostrado que el tratamiento quirúrgico realizado hasta 8 años después del diagnóstico no se asoció con una mejor supervivencia a largo plazo en comparación con el tratamiento médico óptimo¹⁹, probablemente debido a la evolución de su enfermedad. Por tanto, es importante establecer el momento preciso y óptimo en el que debe establecerse la indicación quirúrgica o percutánea para evitar la evolución a una etapa irreversible en la que ya no se pueda mejorar el pronóstico del paciente. Además, el nuevo abordaje percutáneo de la IT podría reducir la mortalidad asociada al tratamiento quirúrgico^{20,21}.

Imagen multimodal en insuficiencia tricúspide

El estudio de pacientes con IT grave requiere una aproximación integral que implica el análisis de diversas estructuras: a) gravedad de la IT mediante ecocardiografía 2D, 3D o cardiorresonancia magnética; b) morfología de los velos de la válvula tricúspide (etiología y mecanismo de la IT) y del aparato subvalvular: ecocardiograma 2D o 3D; c) valoración del anillo tricúspide y del orificio de regurgitación anatómico: ecocardiograma 3D o tomografía computarizada (TC); d) volumen y función del VD y del ventrículo izquierdo: ecocardiograma 2D, 3D, CRM (de elección para la valoración del VD) o TC; e) presión arterial pulmonar: ecocardiograma Doppler 2D y cateterismo derecho, y f) relación espacial del anillo tricúspide y resto de estructuras anatómicas (coronarias, cavas): TC.

Tabla 1 – Cuantificación de la gravedad de la insuficiencia tricuspídea

Variable	Ligera	Moderada	Grave	Masiva	Torrencial
VC 2D; mm	< 3	3-6,9	7-13	14-20	≥ 21
AORE (PISA); mm ²	< 20	20-39	40-59	60-79	≥ 80
AVC o AORE 3D; mm ²			75-94	95-114	≥ 115

AORE: área orificio regurgitante efectivo; AVC: área de la vena contracta, PISA: área de superficie de isovelocidad proximal; VC: vena contracta.

Todos estos parámetros deben evaluarse antes de la cirugía o la intervención percutánea de la IT para optimizar los resultados. La gravedad de la IT se establece en 5 categorías: ligera, moderada, grave, masiva y torrencial. Las características volumétricas de cada una se definen en la [tabla 1](#). Algunos estudios ya han descrito un peor pronóstico de los pacientes con IT masiva o torrencial^{3,4}. Además, esta clasificación es de gran utilidad para evaluar los resultados de los procedimientos transcáteter.

Se recomienda el ecocardiograma transesofágico (ETE) para evaluar el mecanismo de la IT, el cribado y la monitorización del abordaje percutáneo^{22,23}. La evaluación debe incluir distintas profundidades desde distintos ángulos: a) vista medioesofágica 4 cámaras a 0°: el velo septal (adyacente a la aorta) y el velo anterior (adyacente a la pared libre del VD), si la sonda está en anteflexión; b) vista medioesofágica en tracto de entrada y salida de VD (plano tricúspide «intercomisural») entre 60 y 90°: muestra la línea imaginaria desde la comisura anteroseptal hasta la comisura posteroseptal. Se visualiza el velo anterior cerca de la aorta y el posterior en el lado lateral. Si se coloca el cursor con la herramienta X-plano cerca de la aorta, el plano ortogonal muestra la coaptación anterior y septal. Con el cursor en la zona central de la válvula se visualiza la parte más central del velo anterior. Moviendo el curso hacia lateral, se obtiene el plano que muestra la coaptación de los velos posterior y septal; c) vista transgástrica (eje corto 20-40°): Único plano que permite la visualización simultánea de las 3 valvas y comisuras, con el velo posterior en el campo cercano, el anterior en el campo lejano y el velo septal adyacente al tabique.

La utilidad de las imágenes 3D es menos clara en el intervencionismo sobre la IT que en la válvula mitral, por su disposición anatómica anterior. Es de vital importancia establecer un lenguaje común entre especialistas de imagen y hemodinamistas; para ello se recomienda la colocación de la imagen con la válvula aórtica en una posición anterior²⁴.

Tratamiento quirúrgico de la insuficiencia tricúspide

La cirugía es el tratamiento de elección para la IT grave cuando falla el tratamiento médico, pero conlleva una alta mortalidad (8-10%)²⁵ secundaria a una indicación tardía cuando el paciente presenta múltiples comorbilidades y se asocia a remodelado irreversible del VD. Sin embargo, el remodelado del VD no solo está condicionado por la gravedad de la IT, sino también por la sobrecarga de presión, la muerte celular o la fibrosis miocárdica²⁶. Además, la fracción de eyección del VD no es el mejor método para calcular la función ventricular en la IT grave²⁵. De este modo, la combinación

de dilatación/disfunción del VD (la presencia de un volumen telediastólico indexado del VD $\geq 110 \text{ ml/m}^2$)²⁷ asociada con una IT significativa (fracción regurgitante > 50% o volumen regurgitante $\geq 45 \text{ ml}$)²⁸ parecen ser necesarias para que ocurra la insuficiencia cardíaca derecha^{17,29} que se asocia a taquiarritmias, ascitis, disfunción hepática, bajo gasto cardíaco y eventos cardiovasculares¹⁷.

La cirugía de la válvula tricúspide debe considerarse sobre todo cuando la enfermedad no está muy avanzada. Siempre que sea posible, debe realizarse cirugía de reparación valvular mediante anillo protésico en vez de cirugía de remplazo valvular³⁰. El implante de prótesis debe reservarse fundamentalmente para casos con anillo muy dilatado y tracción (*tethering*) de velos.

Tratamiento percutáneo de la insuficiencia tricúspide

En pacientes de elevado riesgo quirúrgico, las técnicas transcáteter surgen como una alternativa mínimamente invasiva para los pacientes con IT grave sintomática. La mayoría de los dispositivos han sido adaptados de técnicas de valvulopatías del lado izquierdo; siguiendo los mismos principios se pueden clasificar en dispositivos de coaptación, de anuloplastia y de remplazo valvular en posición ortotópica o heterotópica.

El registro internacional TriValve recoge datos de los dispositivos de intervención valvular tricuspídea transcáteter actualmente empleados, siendo el más común la reparación borde a borde con MitraClip (Abbott Vascular, Estados Unidos) en posición tricúspide (66%). Los pacientes incluidos en este registro presentaban un elevado porcentaje de IT masiva y torrencial, dilatación del anillo y cierto grado de disfunción de VD. El éxito del procedimiento fue del 72% sin diferencias entre dispositivos, y estaba asociado con la supervivencia a medio plazo, siendo la profundidad de coaptación el factor más determinante. La mortalidad a los 30 días fue del 3,6% y la supervivencia tras 1,5 años de seguimiento fue del 83%³¹. Recientemente, Taramasso et al. han comparado los pacientes del registro TriValve con una cohorte de pacientes con IT grave tratada médicamente, y sugieren que el tratamiento transcáteter está asociado con menor mortalidad (23 frente al 36%, $p=0,001$) y menor número de hospitalizaciones (26,3 frente al 47%; $p=0,0001$) en el seguimiento a un año. Además, el pronóstico del grupo sin reducción significativa de la IT tras el procedimiento fue similar al grupo control, confirmando la relevancia pronóstica de la reducción de la IT³².

A semejanza de la experiencia quirúrgica, los predictores de éxito de la intervención valvular tricuspídea transcáteter son la presencia de una profundidad de coaptación < 1 cm, la presencia de un chorro o jet central o anteroseptal y un defecto

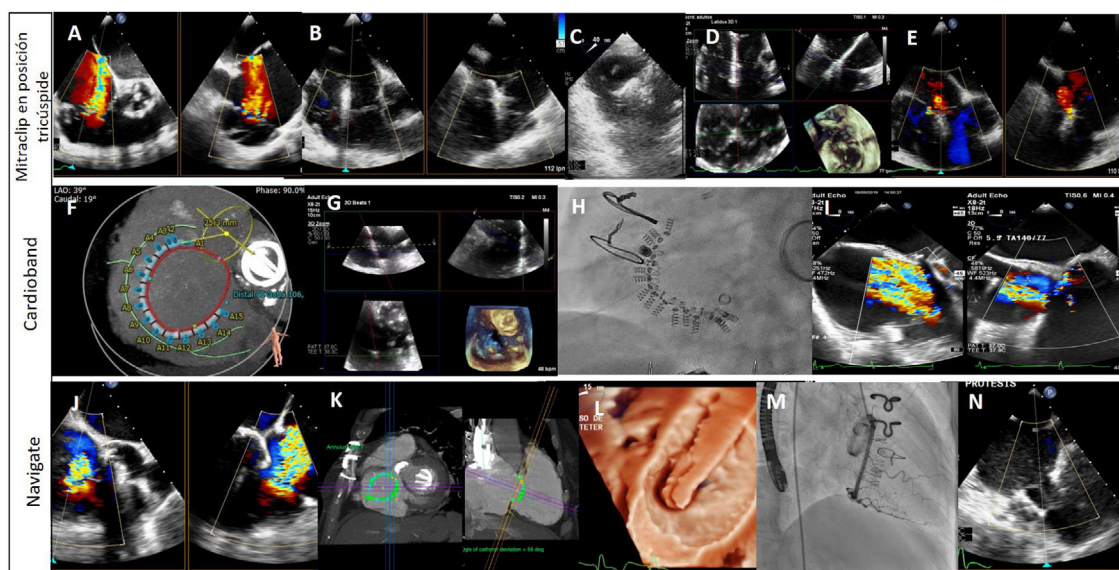


Figura 1 – MitraClip en posición tricuspídea: A) Valoración de la gravedad de la IT por ecografía transesofágica (ETE). B-D) Distintas vistas del implante del dispositivo. E) Valoración de la IT residual postimplante. **CardioBand en posición tricuspídea:** F) Planificación mediante tomografía computarizada (TAC). G) Monitorización de su colocación mediante ETE. H) Valoración del resultado por angiografía. I) ETE con IT pre y postimplante del dispositivo. **NaviGate tricuspídeo:** J) Gravedad IT preimplante. K) Planificación mediante TAC. L) Monitorización del implante ETE. M) Valoración del resultado por angiografía. N) Ausencia de IT por ETE postimplante.

de coaptación <7 mm^{31,33}. El fracaso del procedimiento y la presencia de HTP se identificaron como predictores independientes de mortalidad³¹. Por tanto, los pacientes con dilatación del anillo y *tethering* razonable son buenos candidatos a técnicas borde a borde o anuloplastia. Los pacientes en un estadio más avanzado de la enfermedad con extenso remodelado de VD o amplios defectos de coaptación podrían ser candidatos a dispositivos de cavas o remplazo valvular transcáteter.

A continuación, resumimos brevemente los dispositivos más utilizados en la actualidad, así como la evidencia clínica disponible.

Dispositivos borde a borde

TriClip

La experiencia inicial es con el dispositivo MitraClip en posición tricuspídea (fig. 1) descrita en diversos estudios y registros retrospectivos^{32,34}. Se pueden emplear distintos abordajes: bicuspidización (varios clips entre la línea de coaptación anteroseptal) o triple orificio (un clip anteroseptal y otro posteroseptal).

El dispositivo TriClip es una modificación de la tecnología MitraClip. Entre otras modificaciones, incluye un nuevo catéter-guía adaptado a la morfología de la aurícula derecha que permite una adecuada captura de los velos tricuspídeos. Los datos del estudio TRILUMINATE demostraron su seguridad y eficacia, con una tasa de eventos cardiovasculares y mortalidad del 7%, así como una reducción inicial de al menos un grado de IT en el 86% de los pacientes y una reducción de los ingresos por insuficiencia cardíaca del 40%.

Pascal

Es un dispositivo de reparación borde a borde que tiene un espaciador (10 mm), 2 palas (25 mm) y abrazaderas o *clasps* (10 mm) que anclan el dispositivo a los velos y que permiten un movimiento independiente para asegurar una mejor captura de los velos, mientras que el espaciador permite aumentar la superficie de coaptación y disminuir el estrés en los velos. En un estudio reciente de Fam et al.³⁵, el éxito del procedimiento fue del 86%. A los 30 días de seguimiento, la mortalidad fue del 7%, el 88% de los pacientes estaba en grado funcional I-II y el 85% presentaba un grado de IT ≤ 2 .

Dispositivos de anuloplastia

CardioBand

El sistema CardioBand (Edwards LifeSciences, Estados Unidos) es un dispositivo de anuloplastia directa percutánea que representa a los anillos incompletos, y consta de una vaina de poliéster con marcadores radiopaco que envuelven una guía. El dispositivo se implanta en el anillo tricuspídeo mediante anclajes a través del anillo en el miocardio basal del VD desde la comisura anteroseptal a la posteroseptal. La contracción de la guía estrecha y el anclaje al anillo se realiza guiado por ETE (fig. 1). Es importante la planificación previa con TC para que la distancia de los anclajes a la coronaria derecha sea >2 mm.

La tasa de éxito con este dispositivo en el estudio TRI-REPAIR³⁶ fue del 100% y consiguió una reducción del diámetro del anillo septo-lateral del 16%, del orificio regurgitante del 50% y de la vena contracta del 30%. Tras un año de seguimiento, el 74% de los pacientes estaba en grado funcional I-II.

Dispositivos de reemplazo valvular

El reemplazo transcatéter de la válvula tricúspide se puede realizar ortotópica o heterotópicamente.

NaviGate

La bioprótesis GATE (NaviGATE Cardiac Structures, Estados Unidos) es el primer dispositivo disponible que permite un reemplazo valvular transcatéter completamente ortotópico. El sistema consiste en una válvula bioprotésica montada sobre un stent autoexpandible de nitinol. El acceso es por minitoracotomía lateral derecha guiado por ETE (fig. 1). Está disponible en 5 tamaños (40-52 mm) para tratar perímetros de 36-52 mm. La selección del tamaño del anillo debe valorarse por ETE y TC. La TC es fundamental para medir el área, el perímetro del anillo, las relaciones con la coronaria derecha y las proyecciones radiológicas para el implante. Se ha publicado una serie de 5 casos con una tasa de éxito del 100%³⁷. A los 3-6 meses, mejoraron el remodelado del VD, el gasto cardiaco y la clase funcional de los pacientes.

Implante heterotópico de válvula percutánea en la vena cava

El objetivo es evitar el flujo retrógrado y aliviar la congestión sistémica. El concepto de implante percutáneo de válvula en la vena cava (CAVI) puede aplicarse solo a la cava inferior o bicava con dispositivos expandibles con balón. El dispositivo especializado TricValve (P&F Products Features Vertriebs, Austria) es un stent de nitinol autoexpandible y radiopaco con 3 valvas de pericardio bovino suturadas y completado con una falda de poliéster para evitar fugas paravalvulares. La bioprótesis está diseñada para tratar casos de IT grave sin corregir la válvula defectuosa. Está disponible en 2 diámetros diferentes que se establecen por TC: 25 y 29 para la cava superior y 31 y 35 para la cava inferior. Ambas válvulas se despliegan mediante abordaje transfemoral guiado por fluoroscopia y ETE.

Conclusiones

La IT significativa es, por tanto, una valvulopatía prevalente y con elevada morbimortalidad, históricamente abordada en una fase avanzada de la enfermedad, probablemente debido a la dificultad en elegir el momento preciso para la intervención. En los últimos años, se ha producido un avance importante en el estudio y comprensión de la enfermedad tricuspídea, y en la actualidad los tratamientos percutáneos han surgido como la gran alternativa a la cirugía en candidatos seleccionados y con alto riesgo quirúrgico.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan la ausencia de conflictos de intereses en relación con el presente manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Vieitez JM, Monteagudo JM, Mahia P, et al. New insights of tricuspid regurgitation: A large-scale prospective cohort study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020; <http://dx.doi.org/10.1093/ehjci/jeaa205>.
- Hahn RT, Zamorano JL. The need for a new tricuspid regurgitation grading scheme. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:1342-1343.
- Kebed KY, Addetia K, Henry M, et al. Refining Severe Tricuspid Regurgitation Definition by Echocardiography with a New Outcomes-Based 'Massive' Grade. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33:1087-1094.
- Santoro C, Marco del Castillo A, González-Gómez A, et al. Mid-term outcome of severe tricuspid regurgitation: Are there any differences according to mechanism and severity? *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20:1035-1042.
- Tornos Mas P, Rodríguez-Palomares JF, Antunes MJ. Secondary tricuspid valve regurgitation: A forgotten entity. *Heart*. 2015;101:1840-1848.
- Topilsky Y, Khanna A, Tourneau TL, et al. Clinical context and mechanism of functional tricuspid regurgitation in patients with and without pulmonary hypertension. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5:314-323.
- Vonk-Noordegraaf A, Haddad F, Chin KM, et al. Right heart adaptation to pulmonary arterial hypertension: Physiology and pathobiology. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:D22-D33.
- Dahou A, Levin D, Reisman M, et al. Anatomy and Physiology of the Tricuspid Valve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12:458-468.
- Wang N, Fulcher J, Abeyasuriya N, et al. Tricuspid regurgitation is associated with increased mortality independent of pulmonary pressures and right heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2019;40:476-484.
- Medvedofsky D, Aronson D, Gomberg-Maitland M, et al. Tricuspid regurgitation progression and regression in pulmonary arterial hypertension: Implications for right ventricular and tricuspid valve apparatus geometry and patients outcome. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:86-94.
- Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017;38:2739-2791.
- Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:252-289.
- Vassileva CM, Shabosky J, Boley T, et al. Tricuspid valve surgery: The past 10 years from the Nationwide Inpatient Sample (NIS) database. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;143:1043-1049.
- Ejiofor JI, Neely RC, Yamine M, et al. Surgical outcomes of isolated tricuspid valve procedures: Repair versus replacement. *Ann Cardiothorac Surg*. 2017;6:214-222.
- Nath J, Foster E, Heidenreich PA. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:405-409.
- Singh JP, Evans JC, Levy D, et al. Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid, and aortic regurgitation (the Framingham Heart Study). *Am J Cardiol*. 1999;83:897-902.
- Wang G, Sun Z, Xia J, et al. Predictors of secondary tricuspid regurgitation after left-sided valve replacement. *Surg Today*. 2008;38:778-783.
- Kundi H, Popma JJ, Cohen DJ, et al. Prevalence and Outcomes of Isolated Tricuspid Valve Surgery Among Medicare Beneficiaries. *Am J Cardiol*. 2019;123:132-138.
- Axtell AL, Bhambhani V, Moonsamy P, et al. Surgery Does Not Improve Survival in Patients With Isolated Severe Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:715-725.
- Chang CC, Veen KM, Hahn RT, et al. Uncertainties and challenges in surgical and transcatheter tricuspid valve therapy: A state-of-the-art expert review. *Eur Heart J*. 2020;41:1932-1940.

21. Giannini F, Colombo A. Percutaneous treatment of tricuspid valve in refractory right heart failure. *Eur Heart J Suppl.* 2019;21(Suppl B):B43–B47.
22. Hahn RT. State-of-the-Art Review of Echocardiographic Imaging in the Evaluation and Treatment of Functional Tricuspid Regurgitation. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2016;9:e005332.
23. Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26:921–964.
24. Moñivas Palomero V, Mingo Santos S, Hion Li C, et al. Tratamiento percutáneo de la insuficiencia tricuspídea. Procedimiento detallado guiado por imagen con MitraClip. *REC Interv Cardiol.* 2020;2:118–128.
25. Rana BS, Robinson S, Francis R, et al. Tricuspid regurgitation and the right ventricle in risk stratification and timing of intervention. *Echo Res Pract.* 2019;6:R25–R39.
26. Dietz MF, Prihadi EA, Bijl P, van der, et al. Prognostic Implications of Right Ventricular Remodeling and Function in Patients With Significant Secondary Tricuspid Regurgitation. *Circulation.* 2019;140:836–845.
27. Rodríguez-Palomares JF, Lozano Torres J, Dentamaro I, et al. Predictors of cardiovascular outcomes after surgery in severe tricuspid regurgitation: Clinical, imaging, and hemodynamic prospective study. *Rev Esp Cardiol.* 2020, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2020.09.00>.
28. Zhan Y, Debs D, Khan MA, et al. Natural History of Functional Tricuspid Regurgitation Quantified by Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76:1291–1301.
29. Agricola E, Marini C, Stella S, et al. Effects of functional tricuspid regurgitation on renal function and long-term prognosis in patients with heart failure. *J Cardiovasc Med.* 2017;18:60–68.
30. Dhoble A, Zhao Y, Vejpongsa P, et al. National 10-year trends and outcomes of isolated and concomitant tricuspid valve surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2019;60:119–127.
31. Taramasso M, Alessandrini H, Latib A, et al. Outcomes After Current Transcatheter Tricuspid Valve Intervention: Mid-Term Results From the International TriValve Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:155–165.
32. Taramasso M, Benfari G, Bijl P, van der, et al. Transcatheter Versus Medical Treatment of Patients With Symptomatic Severe Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74:2998–3008.
33. Besler C, Orban M, Rommel K-P, et al. Predictors of Procedural and Clinical Outcomes in Patients With Symptomatic Tricuspid Regurgitation Undergoing Transcatheter Edge-to-Edge Repair. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11:1119–1128.
34. Mehr M, Taramasso M, Besler C, et al. 1-Year Outcomes After Edge-to-Edge Valve Repair for Symptomatic Tricuspid Regurgitation: Results From the TriValve Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:1451–1461.
35. Fam NP, Braun D, Bardeleben RS, von, et al. Compassionate Use of the PASCAL Transcatheter Valve Repair System for Severe Tricuspid Regurgitation: A Multicenter, Observational First-in-Human Experience. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:2488–2495.
36. Nickenig G, Weber M, Schueler R, et al. 6-Month Outcomes of Tricuspid Valve Reconstruction for Patients With Severe Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73:1905–1915.
37. Hahn RT, George I, Kodali SK, et al. Early Single-Site Experience With Transcatheter Tricuspid Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:416–429.