

## Artículo de revisión

# Sustitución percutánea transcatóter de la válvula mitral: modelo cardiaco y diseño tridimensional mediante ordenador de prototipo específico para cada paciente



Beatriz Vaquerizo<sup>a,b,\*</sup>, Pascal Theriault-Lauzier<sup>a</sup> y Nicolo Piazza<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Medicine, Division of Interventional Cardiology, McGill University Health Center, Montreal, Québec, Canadá

<sup>b</sup> Departamento de Cardiología, División de Cardiología Intervencionista, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España

## Historia del artículo:

On-line el 23 de octubre de 2015

## Palabras clave:

Insuficiencia mitral  
Modelos informatizados tridimensionales  
Sustitución percutánea de válvula mitral  
Tecnología de impresión tridimensional

## RESUMEN

La insuficiencia mitral es la valvulopatía cardiaca de mayor prevalencia en el mundo. A pesar de la amplia disponibilidad de una intervención quirúrgica curativa, hay un considerable número de pacientes con insuficiencia mitral grave a los que no se interviene debido, en general, a la presencia de una disfunción ventricular izquierda, la edad avanzada y la presencia de comorbilidades. La sustitución percutánea de la válvula mitral es una prometedora alternativa terapéutica a la sustitución valvular quirúrgica tradicional. Sin embargo, las complicadas anatomía y fisiopatología del complejo valvular mitral plantean retos importantes para el diseño y la aplicación satisfactorios de los nuevos dispositivos de sustitución percutánea de la válvula mitral. Los modelos tridimensionales y específicos para cada paciente, diseñados con ordenador, permiten una evaluación exacta de la anatomía de la válvula mitral y realizar simulaciones de los tratamientos transcatóter previas a la intervención. Esta información puede ser útil para perfeccionar las características de diseño de los nuevos dispositivos mitrales percutáneos y mejorar la planificación de la intervención. Describimos aquí un nuevo instrumento de procesamiento basado en las técnicas de imagen médicas, que facilita una evaluación exacta y no invasiva del complejo valvular mitral mediante la elaboración de modelos cardíacos tridimensionales precisos. Las reconstrucciones tridimensionales realizadas mediante ordenador se trasladan a un modelo físico empleando tecnología de impresión tridimensional, lo cual permite realizar evaluaciones de la interacción entre dispositivo y paciente que son específicas de cada paciente. Esto puede brindar nuevas oportunidades para un mejor conocimiento de la anatomía, la fisiopatología y la interacción de la válvula mitral con el dispositivo, lo cual podría ser de crucial importancia para el avance de las intervenciones de sustitución percutánea de la válvula mitral.

© 2015 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Percutaneous Transcatheter Mitral Valve Replacement: Patient-specific Three-dimensional Computer-based Heart Model and Prototyping

## ABSTRACT

Mitral regurgitation is the most prevalent valvular heart disease worldwide. Despite the widespread availability of curative surgical intervention, a considerable proportion of patients with severe mitral regurgitation are not referred for treatment, largely due to the presence of left ventricular dysfunction, advanced age, and comorbid illnesses. Transcatheter mitral valve replacement is a promising therapeutic alternative to traditional surgical valve replacement. The complex anatomical and pathophysiological nature of the mitral valvular complex, however, presents significant challenges to the successful design and implementation of novel transcatheter mitral replacement devices. Patient-specific 3-dimensional computer-based models enable accurate assessment of the mitral valve anatomy and preprocedural simulations for transcatheter therapies. Such information may help refine the design features of novel transcatheter mitral devices and enhance procedural planning. Herein, we describe a novel medical image-based processing tool that facilitates accurate, noninvasive assessment of the mitral valvular complex, by creating precise three-dimensional heart models. The 3-dimensional computer reconstructions are then converted to a physical model using 3-dimensional printing technology, thereby enabling patient-specific assessment of the interaction between device and patient.

## Keywords:

Mitral regurgitation  
Three-dimensional computer-based models  
Percutaneous mitral valve replacement  
Three-dimensional printing technology

\* Autor para correspondencia: Unidad de Cardiología Intervencionista, Departamento de Cardiología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Sant Antoni M. Claret 167, 08025 Barcelona, España.

Correo electrónico: [beavaquerizo@yahoo.es](mailto:beavaquerizo@yahoo.es) (B. Vaquerizo).

It may provide new opportunities for a better understanding of the mitral anatomy-pathophysiology-device interaction, which is of critical importance for the advancement of transcatheter mitral valve replacement.

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

© 2015 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Abreviaturas

IM: insuficiencia mitral  
 SPVM: sustitución percutánea de la válvula mitral  
 TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo  
 VM: válvula mitral

## INTRODUCCIÓN

La insuficiencia mitral (IM) tiene una prevalencia creciente y afecta a un 9% de las personas de edad  $\geq 75$  años<sup>1,2</sup>. Aunque la cirugía es el tratamiento estándar de referencia para la IM grave, aproximadamente la mitad de los pacientes con indicación para cirugía de la válvula mitral (VM) son rechazados o no se los remite a una intervención potencialmente curativa, principalmente debido a edad avanzada, comorbilidades importantes o disfunción ventricular izquierda, que hacen que el riesgo quirúrgico sea inaceptablemente alto<sup>3,4</sup>. Además, actualmente hay poca evidencia que respalde la intervención quirúrgica en los pacientes con una IM funcional<sup>5</sup>. En consecuencia, hay una importante necesidad clínica insatisfecha de una opción terapéutica menos invasiva para un porcentaje considerable de pacientes con IM.

La sustitución percutánea de la válvula aórtica ha puesto de manifiesto la seguridad y la eficacia de las intervenciones percutáneas en las válvulas cardíacas<sup>6-8</sup>. En cambio, el desarrollo de dispositivos para la sustitución percutánea de la VM (SPVM) se encuentra todavía en su primera infancia. Los estudios agudos y crónicos sobre la SPVM en animales han mostrado resultados alentadores<sup>9,10</sup>; más recientemente se han realizado varias primeras intervenciones en seres humanos empleando diversas prótesis valvulares<sup>11,12</sup>. La SPVM va por detrás de su equivalente aórtico debido a la anatomía compleja y muy variable de la VM, la interacción de la válvula con el ventrículo izquierdo y el efecto muy variable de diferentes enfermedades (IM primaria y secundaria) en el aparato valvular mitral.

Un mejor conocimiento de la anatomía, la fisiología y la interacción de la VM con el dispositivo tiene una importancia crucial para el avance en el campo de la SPVM. La influencia de la tomografía computarizada multicorte en los resultados de la sustitución percutánea de la válvula aórtica valida este concepto<sup>13</sup>, si bien la anatomía más compleja de la VM puede requerir una tecnología de imagen cardíaca específica para ello. Los nuevos programas informáticos de imagen permiten crear modelos cardíacos tridimensionales (3D) exactos y específicos de cada paciente, que pueden usarse para una impresión tridimensional. Las ventajas de esta tecnología incluyen: a) mejor diseño de los prototipos de la válvula; b) mejor selección de los pacientes antes de la intervención; c) guía durante la intervención, y d) vigilancia clínica después de la intervención y un mejor conocimiento de la interacción paciente-prótesis.

El objetivo de esta revisión es ilustrar el potencial de los modelos tridimensionales de la VM elaborados con ordenador

empleando el programa *Mimics® Innovation Suite (Materialise NV; Lovaina, Bélgica)*. Mostramos la forma en que se puede usar este programa para conocer mejor la anatomía de la VM (anatomía, posición y relaciones) y desarrollar simulaciones virtuales y una impresión tridimensional para optimizar la SPVM.

## PAQUETE DE PROGRAMAS MIMICS® INNOVATION SUITE

La clave para trasladar los datos anatómicos obtenidos con técnicas de imagen bidimensionales (ecocardiografía, fluoroscopia e imágenes monoplanares basadas en la tomografía computarizada multicorte o la resonancia magnética) a modelos tridimensionales es un proceso denominado segmentación. Los modelos del corazón tridimensionales reconstruidos mediante ordenador pueden imprimirse después con una impresora tridimensional, por completo o en parte según las estructuras de interés (p. ej., solo las cavidades cardíacas izquierdas). Existen diversos materiales y tecnologías para la impresión tridimensional (estereolitografía, sinterizado con láser, poliinyección, fijación de polvo, etc.) que permiten producir un modelo tridimensional para cada finalidad específica: conocimiento de la anatomía, diseño de prótesis, prueba de prótesis y planificación de la intervención.

*Mimics® Innovation Suite (Materialise NV)* es un programa especializado que permite procesar datos de tomografía computarizada multicorte. Este programa incorpora múltiples operaciones, que van desde la simple medición hasta opciones complejas como la elaboración de modelos tridimensionales, el diseño de prótesis y la funcionalidad de medición tridimensional compleja. Permite la creación de precisos modelos tridimensionales del corazón para facilitar la evaluación anatómica específica de cada paciente y esclarecer la interacción entre la anatomía de un paciente concreto y un diseño de prótesis específico (figuras 1A y B).

## VISUALIZACIÓN DEL COMPLEJO VALVULAR MITRAL PARA LA SUSTITUCIÓN DE LA VÁLVULA MITRAL

Es bien sabido que el diseño del dispositivo de VM para la sustitución percutánea es un proceso de extrema dificultad y constituye un verdadero reto. Esta complejidad deriva de: a) la necesidad de anclar la prótesis a la altura del anillo mitral en ausencia de un anillo rígido circular o calcificación de las valvas; b) el carácter voluminoso del aparato valvular submitral, muy específico de cada individuo (músculos papilares y cuerdas tendinosas), lo que constituye un obstáculo físico para aplicar, desplegar, alinear y expandir el dispositivo; c) la combinación de unas presiones de cierre superiores (sistólica) y un área del orificio grande indica fuerzas de desalojo superiores<sup>12</sup>; d) la variabilidad tanto de la enfermedad de la VM (insuficiencia funcional y degenerativa, estenosis) como de las dimensiones del anillo indica que son necesarios múltiples diseños y tamaños de las prótesis; e) la asociación anatómica entre el anillo mitral y el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) podría conducir a obstrucción de este; f) la localización de la arteria coronaria circunfleja izquierda podría limitar la expansión radial; g) el gran diámetro del anillo y la

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/3012971>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/3012971>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)