

# IMPRESIÓN TRIDIMENSIONAL PARA LA PLANIFICACIÓN DE ANGIOPLASTIA DE ARTERIA PULMONAR Melody®® VÍA ENDOVASCULAR EN PACIENTE ADULTO CON ESTENOSIS PULMONAR Y PRESENCIA DE HOMOIJERTO CALCIFICADO: UN REPORTE DE CASO

Manuel Ricardo Téllez, Fundación Clínica Shaio; María L. Arango Cortés, Fundación Clínica Shaio; José L. Lozano Villanueva, Fundación Clínica Shaio; Fabián Cortés Muñoz, Fundación Clínica Shaio; Jenny C. Sánchez Casas, Fundación Clínica Shaio; Carlos J. Latorre Rojas, Fundación Clínica Shaio. Grupo de investigación: Medicina cardiovascular y especialidades de alta complejidad – Fundación Clínica Shaio (código COLCIENCIAS COL0055817). Línea de investigación: Electrónica y tecnología aplicada al sistema cardiovascular

## INTRODUCCIÓN

El implante percutáneo de válvulas biológicas artificialmente preparadas es cada vez más utilizado en pacientes con disfunción del tracto de salida del ventrículo derecho. Lo anterior también incluye pacientes con antecedentes de reparaciones quirúrgicas previas con uso de material protésico, el cual posee una vida media limitada a unos pocos años(1-3).

Existe un gran número de variaciones anatómicas primarias o posquirúrgicas que predisponen a la aparición de lesiones estenóticas a nivel valvular. Para la corrección de este tipo de procedimientos, la correcta selección, posicionamiento y despliegue del nuevo conducto valvulado protésico resulta fundamental para el éxito de la intervención, lo que disminuye índices de morbilidad y complicaciones posoperatorias(4,5).

La impresión 3D es una tecnología de prototipado que brinda la posibilidad de producir réplicas tangibles de la geometría de un órgano específico, reconstruido a partir de imágenes diagnósticas tridimensionales(6). Lo anterior permite realizar un acercamiento a la composición estructural de la morfología cardíaca. Dentro de las múltiples aplicaciones de la impresión 3D, se encuentran los ensayos de posicionamiento de dispositivos de interés previos al procedimiento(7,8).

## OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo exponer la experiencia en la incorporación de un modelo de impresión 3D multimaterial, con propiedades mecánicas similares a las del tejido blando y calcificado, en la planificación del procedimiento de angioplastia de arteria pulmonar con válvula Melody®® vía endovascular en paciente adulto con estenosis pulmonar y presencia de homoiinjerto calcificado.

## CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 20 años de edad, con antecedente de D Transposición de Grandes Arterias (D-TGA) diagnosticado desde el periodo neonatal, quien fue llevado a corrección quirúrgica durante la primera semana de vida mediante técnica de Switch arterial de Jatene Lecompte. Presentó complicaciones infecciosas en su posoperatorio inmediato requiriendo estancia hospitalaria prolongada y dos procedimientos quirúrgicos incluyendo esternoplastia.

A los 4 meses de vida se documenta una estenosis supra-valvular pulmonar severa siendo llevado a angioplastia quirúrgica. Desde los 5 años se comprueba en estudio hemodinámico diagnóstico compatible con la reaparición de la obstrucción supra-valvular pulmonar localizada en el tronco pulmonar, motivo por el cual es llevado a colocación de homoiinjerto pulmonar #19. Posteriormente se evidencia en seguimiento ecocardiográfico una progresiva estenosis del homoiinjerto pulmonar con sobrecarga sistólica severa de ventrículo derecho cuantificada en estudio hemodinámico un gradiente pico de 53 mmHg.

Se caracterizó en angiotomografía de adquisición volumétrica, con reconstrucciones multiplanares y tridimensionales (Figura 1) una disminución del calibre de la arteria pulmonar principal antes de su bifurcación y asimetría de calibre de las ramas pulmonares, siendo menor el calibre de la rama pulmonar derecha, además de confirmar la importante calificación a nivel de la cara anterior de la arteria pulmonar y en el origen de la bifurcación de su rama derecha e izquierda. Por lo anterior, se propone realizar angioplastia de la arteria pulmonar con implante de una válvula pulmonar Melody®® por vía endovascular.

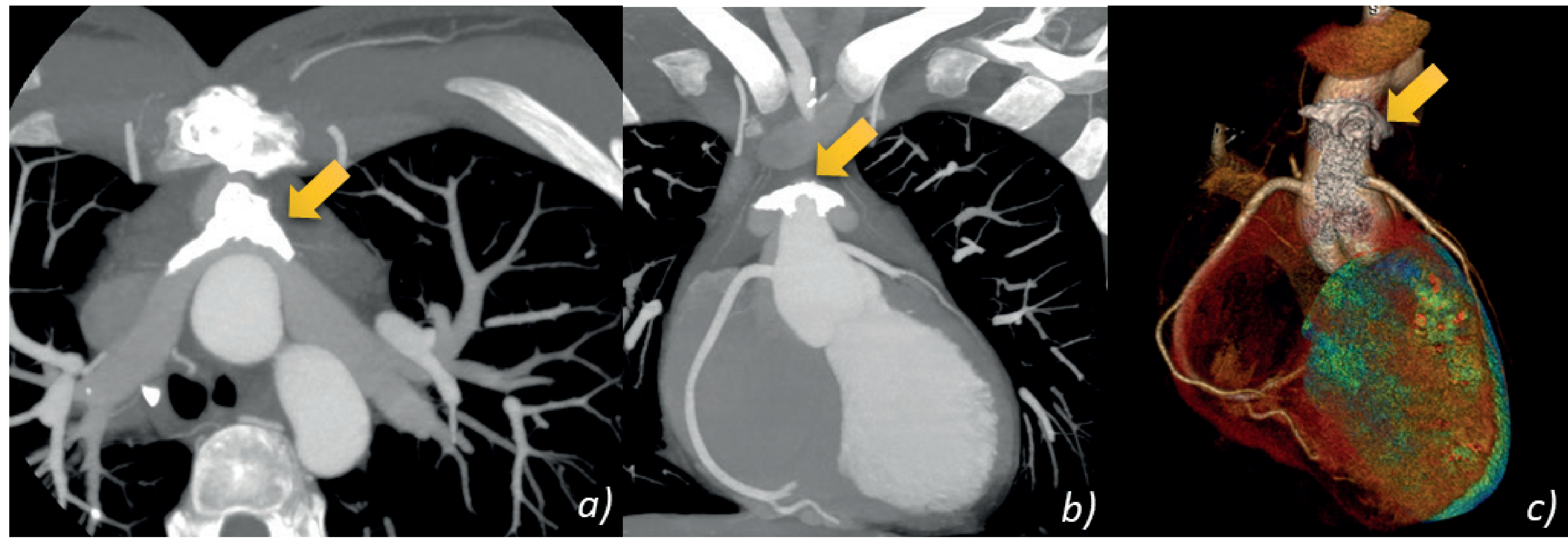


Figura 1. Examen de CTA multiplanar donde se observa el homoiinjerto calcificado (flecha amarilla): a. Plano axial; b. Plano coronal; c. reconstrucción tridimensional

Por los múltiples antecedentes quirúrgicos y la complejidad propia del caso, se decidió realizar una reconstrucción e impresión de un modelo 3D (Figura 2) a partir de la angiotomografía previamente mencionada para llevar a cabo la un ensayo o simulación previa del procedimiento, lo anterior se realizó dentro de una sala de angiografía de la institución con el fin de visualizar el interior del modelo físico mientras se efectuaba el posicionamiento y despliegue tanto de los stents como de la válvula pulmonar (Figura 3).

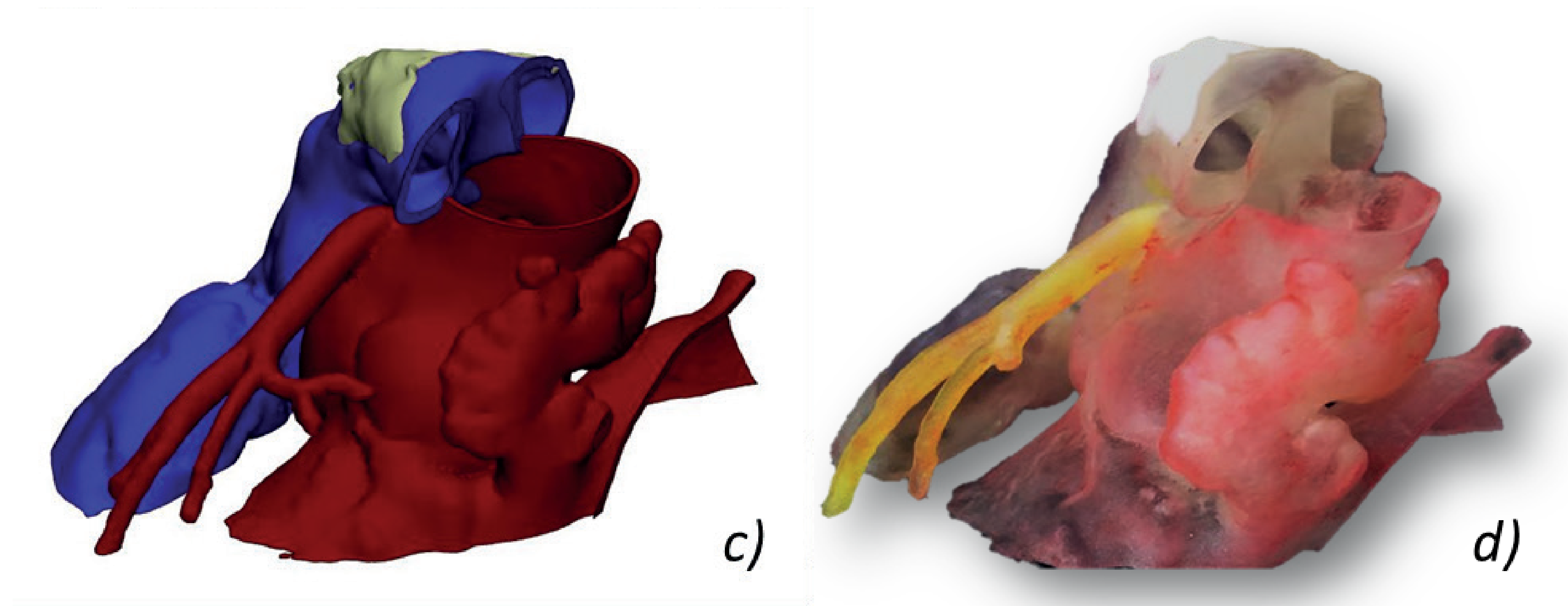
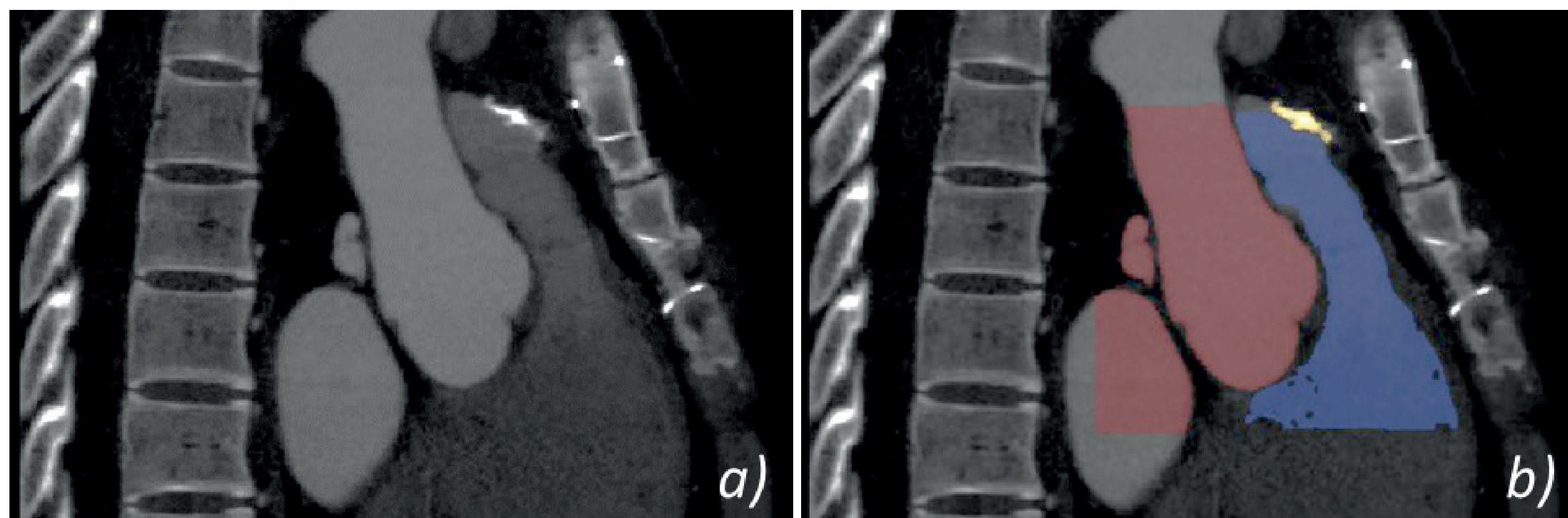


Figura 2. Proceso de obtención del modelo anatómico impreso en 3D: a. Corte coronal de estudio de CTA; b. pos-procesado de la imagen a partir de los valores hounsfield; c. modelo anatómico digital obtenido a partir de los umbrales previamente establecidos; d. modelo anatómico impreso en 3D utilizando tecnología polyjet.

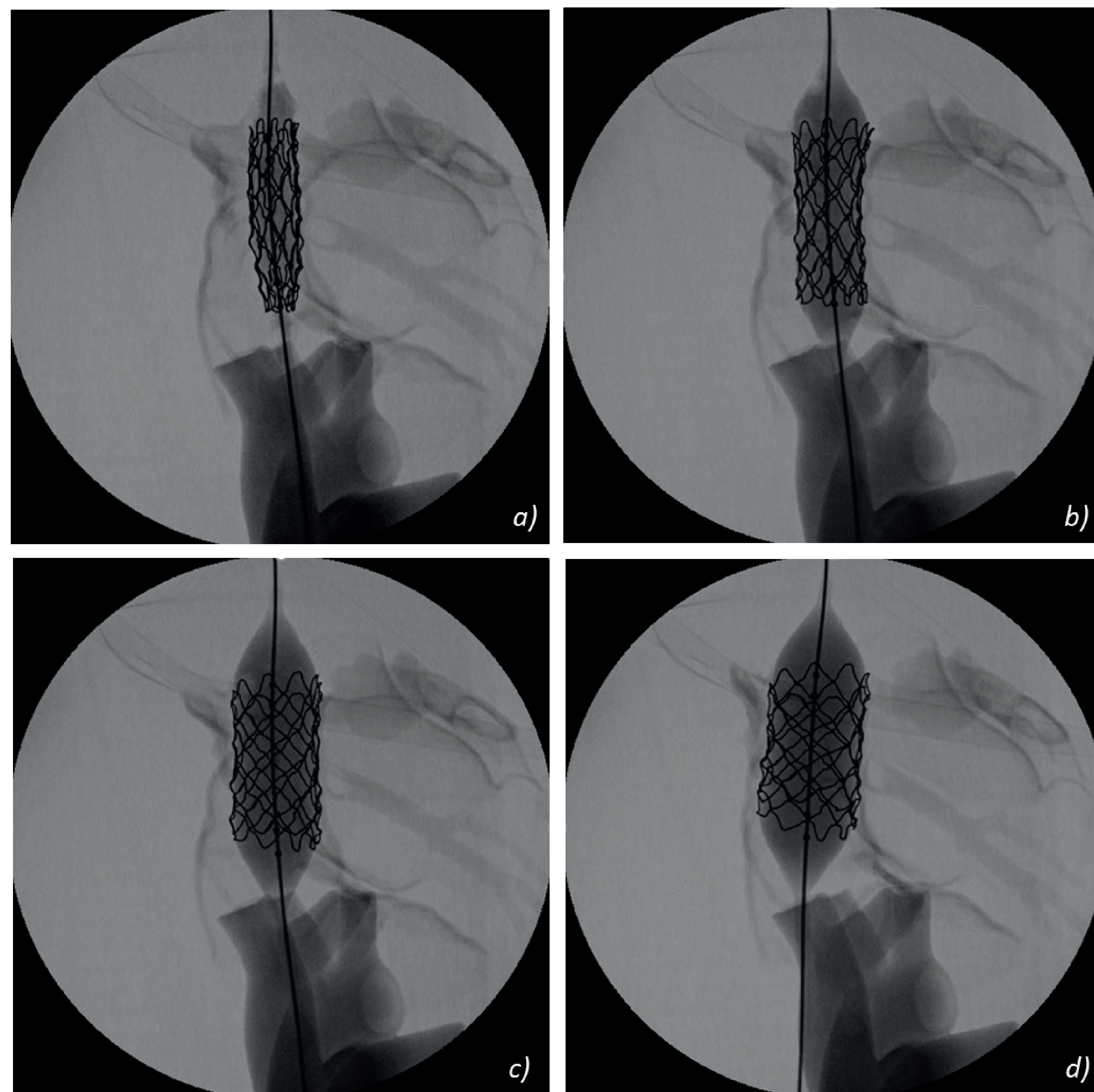


Figura 3. Simulación de procedimiento hemodinámico. Se observa el despliegue del stent desde su inicio (a) hasta el punto máximo, donde ocurre la fractura del injerto calcificado del modelo anatómico impreso en 3D (d).

Teniendo en cuenta la información arrojada durante la simulación del procedimiento, se realizó la angioplastia del tronco de la arteria pulmonar + valvuloplastia pulmonar por vía percutánea con válvula Melody® de 22 mm (endovascular) en salas de cirugía, que tuvo una duración total de 2 horas y del cual no se derivó ninguna complicación, el paciente presentó adecuada evolución clínica posoperatoria, con reporte de ecocardiograma posoperatorio que mostró disminución del tamaño de las cavidades derechas respecto a estudios previos al procedimiento, asociado a insuficiencia tricuspídea leve, que permite un cálculo de presión de final de sístole del ventrículo derecho de 52 mmHg, a nivel del tronco de la arteria pulmonar con evidencia de elementos hiperrefringentes, correspondiente a prótesis pulmonar Melody®, con gradientes 37 / 16 mmhg, sin evidencia de insuficiencia, ni escapes periprotésicos, así como mejoría de los datos obtenidos en el muestreo oximétrico y el registro presorico con fiO2 al 50%.

## DISCUSIÓN

El uso del prototipo físico prototipo en la planificación (Hands off), permitió determinar el adecuado posicionamiento de un andra atent en tamaño XL y otro stent CP no recubierto 8Z x 39 mm, en concordancia con el tamaño del injerto calcificado y el origen de las ramas pulmonares. Gracias al componente rígido-flexible de la impresión, también fue posible seleccionar el dispositivo correcto de despliegue mediante el uso de catéteres-balones periféricos balloon intra ballon BIB de 18, 20 y 22 mm de acuerdo con el diámetro mínimo de estenosis conocido previamente y su potencial de expansión en el homoiinjerto conociendo su diámetro nominal inicial al momento del implante.

Se reconoció adicionalmente la necesidad de implantar un stent extendido hacia las arterias pulmonares. Para trabajos futuros es necesario evaluar de manera sistemática y rigurosa dicho aporte en pacientes con patologías en el tracto de salida de ventrículo derecho, principalmente en aspectos como disminución de desenlaces clínicos, tiempo quirúrgico y costo-efectividad de la elaboración del modelo. Más aun en países de economía emergente como Colombia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. R. J. Holzer and Z. M. Hijazi, "Transcatheter pulmonary valve replacement: State of the art," Catheter. Cardiovasc. Interv., vol. 87, no. 1, pp. 117–128, Jan. 2016.
2. G. A. Fleming, K. D. Hill, A. S. Green, and J. F. Rhodes, "Percutaneous pulmonary valve replacement," Prog. Pediatr. Cardiol., vol. 33, no. 2, pp. 143–150, May 2012.
3. D. P. Berman, R. Burke, and E. M. Zahn, "Use of a novel hybrid approach to salvage an attempted transcatheter pulmonary valve implant," Pediatr. Cardiol., vol. 33, no. 5, pp. 839–842, Jun. 2012.
4. P. A. Ebert, "Second operations for pulmonary stenosis or insufficiency after repair of tetralogy of fallot," Am. J. Cardiol., vol. 50, no. 3, pp. 637–640, Sep. 1982.
5. C. Wren and J. J. O'Sullivan, "Survival with congenital heart disease and need for follow up in adult life.," Heart, vol. 85, no. 4, pp. 438–443, Apr. 2001.
6. D. Mitsouras et al., "Medical 3D Printing for the Radiologist," RadioGraphics, vol. 35, no. 7, pp. 1965–1988, Nov. 2015.
7. B. S. Spottiswoode et al., "Preoperative three-dimensional model creation of magnetic resonance brain images as a tool to assist neurosurgical planning," Stereotact. Funct. Neurosurg., vol. 91, no. 3, pp. 162–169, 2013.
8. L. M. Meier, M. Meineri, J. Qua Hiansen, and E. M. Horlick, "Structural and congenital heart disease interventions: the role of three-dimensional printing," Netherlands Hear. J., vol. 25, no. 2, pp. 65–75, Feb. 2017.