

AGRADECIMIENTOS

A Elvira Ramil, de la unidad de Biología Molecular y secuenciación de ADN del Instituto de Investigación Puerta de Hierro-Segovia de Arana (Madrid, España), así como a Juan Pablo Ochoa y Enrique Lara Pezzi, del CNIC (Madrid, España), por su colaboración en el estudio de haplotipos.

Elena Porres-López^a, Fernando de Frutos^{a,b}, Lorenzo Silva-Hernández^c, Lucía Galán^d, Esther González-López^{a,b,e} y Pablo García-Pavía^{a,b,e,f,*}

^aUnidad de Insuficiencia Cardíaca y Cardiopatías Familiares, Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, IDIPHISA, Majadahonda, Madrid, España

^bCentro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC), Madrid, España

^cServicio de Neurología, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, Majadahonda, Madrid, España

^dUnidad de Neuromuscular, Servicio de Neurología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

^eCentro de Investigación Biomédica en Red en Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^fFacultad de Medicina, Universidad Francisco de Vitoria (UFV), Pozuelo de Alarcón, Madrid, España

* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: pablogpavia@yahoo.es (P. García-Pavía).

On-line el 16 de janvier de 2023

BIBLIOGRAFÍA

- García-Pavía P, Domínguez F, González-López E. Transthyretin amyloid cardiomyopathy. *Med Clin (Barc)*. 2021;156:126–134.
- Álvarez Rubio J, Manóvil Sánchez AJ, González-Costello J, et al. Characterization of hereditary transthyretin cardiac amyloidosis in Spain. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75:488–495.
- García-Pavía P, Rapezzi C, Adler Y, et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: a position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J*. 2021;42:1554–1568.
- Daoko J, Elnahar Y, el Kersh K, Mohammad N, Shamoon F. Cardiac MRI detection of a rare case of familial cardiac amyloidosis (Ser23Asn): Case report with literature review. *Rep Med Imaging*. 2010;3:123–127.
- Castaño A, Bokhari S, Brannagan TH, Wynn J, Maurer MS. Technetium pyrophosphate myocardial uptake and peripheral neuropathy in a rare variant of familial transthyretin (TTR) amyloidosis (Ser23Asn): A case report and literature review. *Amyloid*. 2012;19:41–46.
- Papathanasiou M, Carpinteiro A, Kersting D, et al. Rare variant (p.Ser43Asn) of familial transthyretin amyloidosis associated with isolated cardiac phenotype: A case series with literature review. *Mol Genet Genomic Med*. 2021. <http://dx.doi.org/10.1002/mgg3.1581>.

<https://doi.org/10.1016/j.recresp.2022.12.009>

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

Impacto fluidodinámico del alineamiento comisural en implante percutáneo de válvula aórtica



Fluid-dynamic impact of commissural alignment in transcatheter aortic valve implantation

Sr. Editor:

Las nuevas técnicas de alineamiento comisural en el implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) pueden facilitar el re-acceso coronario si este es necesario y prevenir la obstrucción coronaria en un posible TAVI válvula-en-válvula; además, podrían reducir la insuficiencia aórtica central, la progresión de gradientes y la trombosis subclínica, lo que mejoraría la durabilidad, todos ellos aspectos cruciales en pacientes con bajo riesgo. Sin embargo, en un paciente en particular es imposible analizar las diferencias entre un implante con una correcta alineación de las neocomisuras o un implante con mal-alineamiento. Los modelos de dinámica computacional de fluidos para el sistema cardiovascular están ampliamente validados¹ y podrían ayudar a anticipar el impacto de distintos grados de mal-alineamiento comisural en un paciente concreto tanto en los gradientes transvalvulares² como en el grado de activación plaquetaria³. Basándonos en la tomografía computarizada (TC) de los pacientes incluidos en este estudio, se estimó el eje central de la aorta y se predijo el grado de rotación horario/antihorario que precisaba el sistema de liberación (autoexpandibles) o la prótesis en el crimpado (expandibles con balón) para un correcto alineamiento comisural siguiendo una técnica ya descrita⁴. Tras el implante se evaluó el grado de alineamiento mediante TC/angiografía. Con la información obtenida de los pacientes (anatómica y de presiones), se realizaron simulaciones de dinámica computacional de fluidos a partir de los campos de velocidad calculados (figura 1A, video 1 del material adicional) con la válvula en máxima apertura mediante un estudio paramétrico de la influencia del ángulo de alineamiento comisural, girando la válvula desde una posición completamente alineada (0°) hasta

119° en 2 situaciones: a) un flujo no realista, completamente uniforme a la salida del ventrículo, como hacen los modelos actuales (figura 1C), y b) un flujo vorticial similar al encontrado en estudios de resonancia magnética (figura 1D). El modelo de activación plaquetaria utilizado es el mismo que el validado en un modelo *in vitro* de bifurcación coronaria³.

Se trató mediante TAVI con alineamiento comisural a 40 pacientes con estenosis aórtica grave, válvula tricúspide, calcificación grave y área del anillo aórtico de $478 \pm 101 \text{ mm}^2$ (edad, $81,4 \pm 4,9$ años; STS-score, $5,2 \pm 2,9$). La función ventricular era del $57,5 \pm 11,9\%$ y el gradiente medio, $51,1 \pm 18,5$; pasó a $6,3 \pm 2,1 \text{ mmHg}$ a los 30 días, sin diferencia en función del alineamiento (0% de mortalidad). El mal-alineamiento comisural medio fue de $9,2^\circ$, leve ($< 30^\circ$) en todos los casos. Hubo diferencias significativas en el alineamiento entre prótesis autoexpandibles (Acurate neo –Boston Scientific, Estados Unidos– y Evolut –Medtronic, Estados Unidos–: $7 \pm 3,2^\circ$; $n = 28$) y expandibles con balón (SAPIEN-3/Ultra –Edwards, Estados Unidos– y MyVal –Meril, India–: $11,2 \pm 4,9^\circ$; $p = 0,001$; $n = 12$). En el análisis de la simulación fluidodinámica con distintos grados de alineamiento en función de la TC de los pacientes tratados (figura 2A), se encontró una gran sensibilidad a las condiciones de salida del ventrículo, de modo que en el flujo más realista (vorticial) la ausencia de mal-alineamiento comisural moderado o grave (en torno a 30° o menos) se asoció con una mayor eficiencia energética de la acción del ventrículo (línea inferior, roja), mientras que en el modelo de flujo uniforme el mejor alineamiento comisural no se asoció con reducción del esfuerzo de cizalladura o *shear stress* (línea superior, azul). En ninguna de las 2 condiciones (vorticial o uniforme) se encontraron diferencias en el grado de activación plaquetaria según modelos previos validados (figura 2B).

La progresiva comprensión de la relevancia del alineamiento comisural en el implante de TAVI ha llevado al desarrollo de *software* específico para ayudar a planificarlo y a cambios técnicos en los dispositivos que permitan dicho implante alineado de manera rápida y sencilla. Por otro lado, es sabido que la activación plaquetaria ocurre en situaciones de incremento del estrés de la

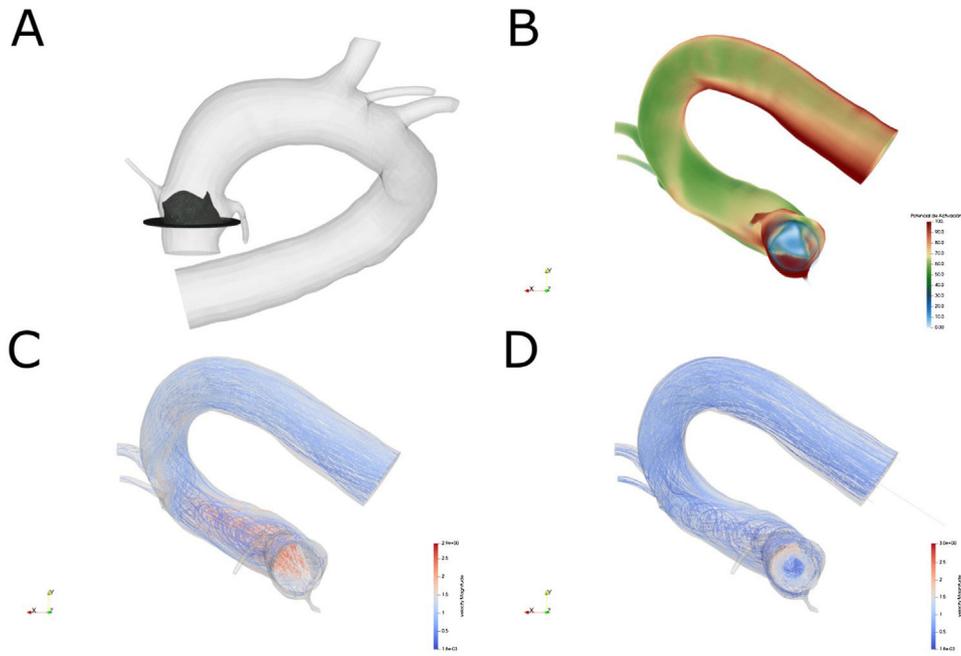


Figura 1. A: representación tridimensional de la válvula en su plano de implantación con base en la tomografía computarizada de uno de los pacientes y la válvula diseñada por los autores. B: potencial de activación plaquetaria calculado en el pico de la sístole para el perfil de entrada lineal. C: líneas de corriente en el modelo de flujo transvalvular con un perfil de velocidad lineal (uniforme) en el tracto de salida del ventrículo izquierdo. D: líneas de corriente en el modelo de flujo transvalvular con helicidad (vortical).

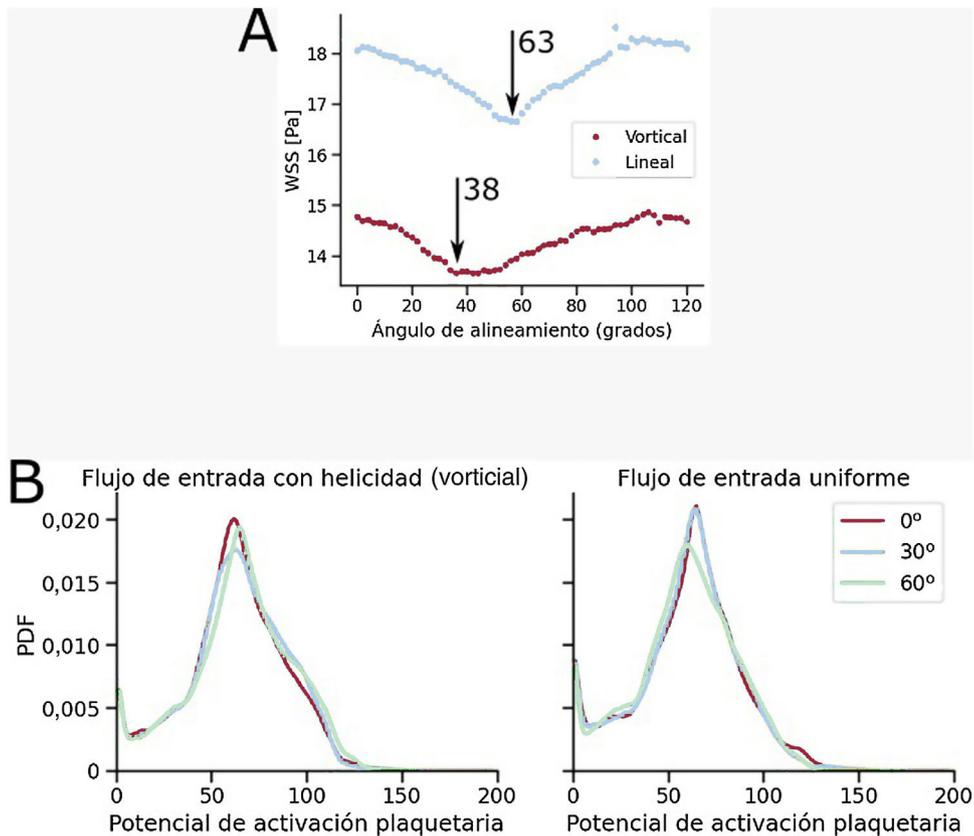


Figura 2. A: simulación fluidodinámica de la eficiencia energética en la salida de la sangre a través de la válvula (a menor valor, mayor eficiencia) en función del grado de alineamiento (grados) y del tipo de simulación (uniforme o vortical). La línea de puntos superior (azul) demuestra mayor eficiencia en mala alineación grave (63°) si el flujo es lineal; la línea de puntos inferior (roja) demuestra mayor eficiencia global y en particular en ausencia de mala alineación moderada o grave (38°) si el flujo es vortical. B: simulación del grado de activación plaquetaria en función del grado de alineamiento comisural (0°: alineamiento perfecto; 30°: mal-alineamiento leve; 60°: mal-alineamiento grave), sin diferencias entre flujo vortical (izquierda) o lineal (derecha).

pared como la propia estenosis aórtica, pero también en enfermedades con flujos anormales, como la valvulopatía bicúspide⁵. Dicha activación se ha asociado con mayor riesgo de fenómenos tromboticos y hemorrágicos⁵. En estudios previos se ha demostrado que los modelos computacionales predicen dicha activación de un modo bastante preciso; por ejemplo, son capaces de predecir trombosis en *stenting* de bifurcaciones coronarias (figura 1B)³. La ausencia de diferencias en el grado de activación plaquetaria en función del grado de mal-alineamiento ya sea asumiendo un flujo vorticial (figura 2B, izquierda) o uno lineal (figura 2B, derecha) indica que el riesgo de trombosis clínica o subclínica de los velos no parece diferir en función del grado de mal-alineamiento. Dichos modelos se basan en supuestos puramente mecánicos (campos de velocidad de la sangre), aunque no es descartable que el desarrollo de modelos más avanzados, que incluyan elementos de la cascada de coagulación, permita detectar diferencias en trombogenicidad en función del alineamiento comisural.

Por otro lado, el impacto en la eficiencia energética del ventrículo indica que, en cada paciente concreto, el resultado en gradientes podría diferir en función del grado de alineamiento. Para detectar esta diferencia, resulta fundamental que los modelos utilizados simulen flujos lo más realistas posible (vorticiales), puesto que los laboratorios de simulación actuales emplean flujos uniformes a través de las prótesis que investigan¹. En caso de que se validen prospectivamente los hallazgos aquí presentados, se podría demostrar que el alineamiento comisural tiene impacto en la durabilidad de las prótesis valvulares.

En conclusión, el análisis por TC previo al TAVI permite predecir con mucha precisión la rotación del sistema para lograr un correcto alineamiento comisural, especialmente con prótesis autoexpandibles, y el análisis por dinámica computacional de fluidos basada en las mismas pruebas de imagen apunta a beneficios del alineamiento comisural en el aprovechamiento de la energía mecánica aportada por la pared ventricular, pero solo detectable mediante simulación realista (vorticial) de los flujos en el tracto de salida. No se ha detectado un impacto del alineamiento comisural en el riesgo de trombosis de los velos.

FINANCIACIÓN

Esta investigación ha recibido financiación de la Sociedad Española de Cardiología (SEC) con el número de beca: SEC/FEC-INV-CLI 21/023 y una beca FIS Nr PI21/01188 (Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España).

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

I. Amat-Santos y J. Sierra-Pallares diseñaron y realizaron el estudio. Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.01.002>

Ignacio J. Amat-Santos^{a,b,*}, José Sierra-Pallares^c, Alfredo Redondo^b, Sara Blasco-Turrión^b, Juan Pablo Sánchez-Luna^b y José Carlos González-Gutiérrez^b

^aCentro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^bServicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España

^cGrupo de Ingeniería de los Fluidos, Instituto de las Tecnologías Avanzadas de la Producción (ITAP), Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Valladolid, España

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ijamat@gmail.com (I.J. Amat-Santos).

On-line el 27 de janvier de 2023

BIBLIOGRAFÍA

- Hatoum H, Dollery J, Lilly SM, Crestanello JA, Dasi LP. Implantation depth and rotational orientation effect on valve-in-valve hemodynamics and sinus flow. *Ann Thorac Surg*. 2018;106:70–78.
- Khan JM, Rogers T, Weissman G, et al. Anatomical characteristics associated with hypoaerated leaflet thickening in low-risk patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *Cardiovasc Revasc Med*. 2021;27:1–6.
- García-Carrascal P, García-García J, Sierra-Pallares J, et al. Numerical study of blood clots influence on the flow pattern and platelet activation on a Stented Bifurcation Model. *Ann Biomed Eng*. 2017;45:1279–1291.
- Redondo A, Valencia-Serrano F, Santos-Martínez S, et al. Accurate commissural alignment during ACURATE neo TAVI procedure. Proof of concept. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75:203–212.
- Raschpichler M, Flint N, Yoon SH, et al. Commissural Alignment After Balloon-Expandable Transcatheter Aortic Valve Replacement Is Associated With Improved Hemodynamic Outcomes. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15:1126–1136.

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.01.002>

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

Potencialidad de la donación cardiaca de donantes en asistolia controlada



Potential for controlled heart donation after circulatory determination of death

Sr. Editor:

El trasplante cardiaco es el tratamiento de elección para la insuficiencia cardiaca avanzada. En las últimas décadas, los

donantes en muerte encefálica óptimos han disminuido. Por ello, se han implementado diversas estrategias para aumentar el número de donantes, como la expansión de los criterios de aceptación de órganos y la donación en asistolia controlada (DAC), que representa actualmente el 40% de la donación en España¹.

Desde 2020, en nuestro país se han implantado diferentes protocolos de DAC, con resultados prometedores. No obstante, hasta la fecha no existen estudios sobre la potencialidad de la DAC en España. Para conocerla, se realizó un estudio observacional retrospectivo de todos los donantes en asistolia tipo III válidos de