

## Sustitución Percutánea de la Válvula Aórtica para el Tratamiento de la Estenosis Aórtica. Experiencia Inicial en Brasil

Marco Antonio Perin, Fábio Sândoli de Brito Jr., Breno Oliveira Almeida, Marco Aurélio M. Pereira, Alexandre Abizaid, Flávio Tarasoutchi, Eberhard Grube

Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP - Brasil

### Resumen

**Fundamento:** La sustitución percutánea de la válvula aórtica en el tratamiento de la estenosis aórtica es una alternativa disponible y eficaz para pacientes de alto riesgo quirúrgico, especialmente los de edad avanzada y comorbilidades.

**Objetivo:** Los autores relatan la experiencia inicial del empleo de la endoprótesis CoreValve en nuestro medio.

**Métodos:** En enero de 2008 se sometió a dos pacientes a la sustitución percutánea de la válvula aórtica por estenosis aórtica sintomática. A ambos se les seleccionó por su edad avanzada (77 y 87 años), comorbilidades y alto riesgo quirúrgico (EuroScore 7,7% e 12,1%).

**Resultados:** Los implantes percutáneos del dispositivo CoreValve se realizaron exitosamente. Se observó la ampliación del área valvular (de 0,7 para 1,5 cm<sup>2</sup> y de 0,5 para 1,3 cm<sup>2</sup>) y la reducción del gradiente transvalvular aórtico (de 82 para 50 mmHg e de 94 para 31 mmHg) inmediatamente después de la intervención. Durante la internación hospitalaria se hizo necesario implantar marcapasos definitivos en ambos pacientes, a causa de bloqueo atrioventricular. Se observó seis meses después una queda aún más grande del gradiente transvalvular aórtico (gradiente < 20 mmHg) y la remisión de los síntomas de insuficiencia cardíaca (NYHA III para NYHA I).

**Conclusión:** El empleo de la endoprótesis CoreValve para el tratamiento de la estenosis aórtica se reveló factible y los resultados, en esa experiencia inicial en nuestro medio, han sido prometedores. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(3) : 291-298)

**Palabras clave:** Estenosis de la válvula aórtica/terapia, dilatación con balón, prótesis valvares cardíacas.

### Introducción

La estenosis aórtica es la enfermedad valvular cardíaca más común. Su prevalencia aumenta con la edad y afecta a cerca de 3% de la población con edad superior a los 75 años<sup>1</sup>. La sustitución quirúrgica de la válvula aórtica es desde hace décadas el tratamiento elegido para pacientes con estenosis aórtica acentuada, determinando alivio de los síntomas y aumento de la supervivencia.

Se realizan en el mundo anualmente cerca de doscientas mil cirugías para sustitución valvular aórtica<sup>2</sup>; sin embargo, el riesgo quirúrgico aumenta expresivamente con la edad y la asociación de comorbilidades, con el resultado de que se rehúse operar a más de un tercio de los octogenarios con estenosis aórtica sintomática<sup>3,4</sup>. En esos pacientes, la valvoplastia aórtica con catéter-balón determina una mejoría

apenas temporaria de los síntomas y del gradiente de presión transvalvular, debido a la alta incidencia de reestenosis. Actualmente se indica apenas excepcionalmente, como medida paliativa o puente para el tratamiento quirúrgico<sup>5,6</sup>.

Esos hallazgos han estimulado el desarrollo de dispositivos para la sustitución percutánea de la válvula aórtica. En 2002, Alain Cribier<sup>7</sup> realizó exitosamente el primer implante percutáneo de una bioprótesis valvular aórtica en seres humanos. Esta se componía de tres hojas de pericardio porcino montados en un stent de acero inoxidable expandible por balón, y con ello inició una nueva era en la cardiología intervencionista<sup>7</sup>. En 2004, Eberhard Grube et al.<sup>8</sup> realizaron por primera vez el implante de la prótesis valvular aórtica CoreValve<sup>8</sup>. Actualmente, nuevas generaciones de esos dos tipos de bioprótesis, la Edwards-Sapien (Edwards Lifesciences, Irvine, California) y la CoreValve (CoreValve Inc., Irvine, California), se encuentran disponibles para uso clínico, y la experiencia acumulada en su empleo en pacientes con contraindicación o alto riesgo quirúrgico indica que los resultados son bastante promisorios<sup>9-13</sup>.

Relatamos en esta publicación los dos primeros casos de sustitución valvular aórtica percutánea realizados en nuestro

**Correspondencia:** Fábio Sândoli de Brito Jr. •

R. Dom Armando Lombardi 819/82 A, Vila Progreddior, 05616-011, São Paulo, SP - Brasil

E-mail: fsbrito@superig.com.br

Artículo recibido el 05/10/08; revisado recibido el 23/11/08; aceptado el 28/11/08.

medio, empleando el sistema CoreValve.

### El Sistema CoreValve

El sistema CoreValve, en su tercera generación, consiste en tres hojas de pericardio porcino montadas y suturadas en un stent autoexpandible de nitinol con 5 cm de largo (fig. 1). La parte inferior del stent dispone de gran fuerza radial para alejar lateralmente las hojas calcificadas de la válvula aórtica nativa, evitar la retracción elástica, minimizar la regurgitación perivalvular y fijar adecuadamente la prótesis en la vía de salida del ventrículo izquierdo. La parte media es donde se encuentran suturadas las hojas, con menor diámetro ahí para evitar perjuicio a los ostios coronarios. La parte superior, a su vez, se expande para fijación en la aorta ascendente y lineamiento de la endoprótesis, y la red del stent es suficientemente abierta para permitir el acceso de catéteres a los ostios coronarios después de implantada la bioprótesis.

Para el implante, el stent y las hojas de la prótesis son contraídos en el interior de una vaina de 18 F (6 mm) de diámetro, permitiendo realizar el procedimiento en el acceso retrógrado, exclusivamente a través de punción arterial (arteria femoral). No es posible reposicionar o remover la prótesis después de su liberación, lo que justifica una preevaluación cuidadosa por ecocardiograma y angiotomografía para escoger la prótesis más adecuada.

El sistema CoreValve se encuentra disponible actualmente en tamaños de 26 y 29 mm, para empleo en pacientes con anillo valvular de 20 a 23 mm y de 24 a 27 mm respectivamente. La prótesis más pequeña tiene la válvula de 22 mm y la mayor, la de 24 mm. Hoy día es el único dispositivo aprobado por la ANVISA para sustitución valvular aórtica percutánea.

### Relato del caso n° 1

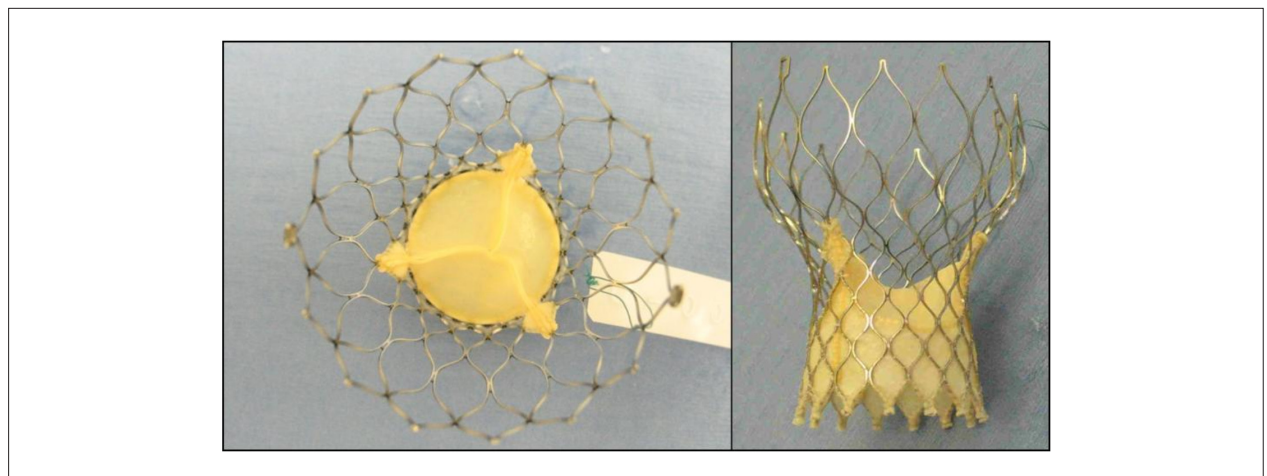
Paciente M.J.V., de 77 años, sexo masculino, con diagnóstico de insuficiencia cardiaca congestiva clase funcional II (NYHA) desde hace aproximadamente dos meses. El examen físico y el ecocardiograma (tab. 1) demostraron la presencia de estenosis

aórtica acentuada, con importante grado de calcificación, justificando la indicación de tratamiento quirúrgico. Sin embargo, la presencia de comorbilidades clínicas, como enfermedad pulmonar obstructiva crónica y acentuada deformidad torácica, vinculada a la mortalidad quirúrgica estimada por el Euroscore de 7,7% motivó la propuesta de la terapéutica percutánea con implante de la endoprótesis CoreValve.

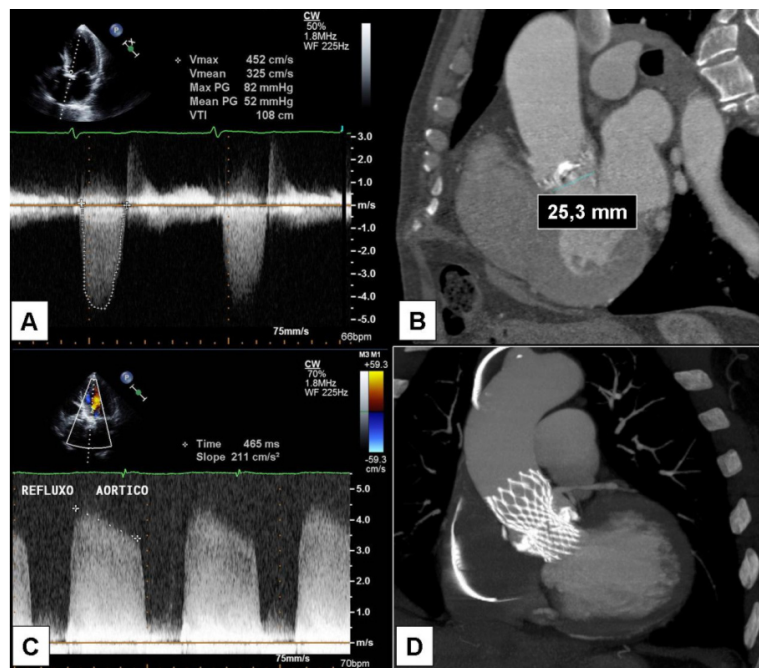
Se analizaron los criterios morfológicos y anatómicos de la válvula, además de la aorta y el trayecto aortoiliaco, empleando para ello el ecocardiograma y la angiotomografía de múltiples detectores (figs. 2A e 2B), con el objetivo de determinar el tamaño de la prótesis y la vía de acceso. Se realizó también la coronariografía, lo que alejó la

**Tabla 1 - Parámetros ecocardiográficos preprocedimiento, post inmediato y en el seguimiento**

Ecocardiograma	Pre	Post inmediato	2 meses	6 meses
Área valvular aórtica (cm <sup>2</sup> )	0,70	1,5	1,5	1,5
Fracción de Eyección VE (%)	58	73	65	67
Diámetro diastólico final del VE, mm	52	52	48	51
Diámetro sistólico final del VE, mm	36	30	31	32
Gradiente VE/Aorta,				
Pico, mmHg	82	50	30	18
Medio, mmHg	52	27	16	10
Insuficiencia Aórtica	2+	3/4 +	2 +	1/2 +
Insuficiencia Mitral	1+	1+	1+	1+
PSAP, mmHg	-	65	39	38
Septo (cm)	1,5	1,5	1,4	1,3
Pared posterior (cm)	1,4	1,4	1,4	1,3



**Fig. 1 - Sistema CoreValve con los hojas de pericardio porcino suturados en stent de nitinol.**



**Fig. 2-** Ecocardiograma (A) y angiotomografía (B) preintervención muestran estenosis valvular aórtica calcificada y medida del anillo valvular de 2,5 mm. Ecocardiograma realizado después del implante de la endoprótesis CoreValve (C), con insuficiencia perivalvular moderada/accentuada y angiotomografía (D) muestran el inadecuado posicionamiento de la prótesis, pero con hipodilatación en el nivel del plano valvular, causada por acentuado grado de calcificación.

suposición de enfermedad coronaria significativa. El electrocardiograma demostró la presencia de fibrilación atrial de baja respuesta ventricular.

La preparación para el procedimiento consistió en profilaxis antibiótica y antiagregación plaquetaria doble, con aspirina y dopidogrel. Se realizó el procedimiento con sedación leve y ventilación no invasiva. Se punzaron las arterias femorales, con posicionamiento de introductor 18F a la izquierda, para introducción de la bioprótesis, y 5F a la derecha, como acceso para catéteres angiográficos. Se instaló entonces el electrodo de marcapasos transvenoso temporario a través de la vena yugular interna derecha. Se elevó la frecuencia cardiaca a 220 bpm con el marcapasos, para facilitar el posicionamiento y evitar el desplazamiento del balón durante su insuflación. El sistema CoreValve de 29 mm fue entonces introducido, posicionándolo en el anillo valvular aórtico, sin dificultad. Después del implante se observó expansión suficiente y regurgitación periprotética de grado acentuado, justificando la realización de dilatación complementaria con catéter-balón Z-Med 25 x 50 mm (NuMed, Inc., Hopkinton, EUA) (fig. 3).

Al final del procedimiento se observó insuficiencia aórtica moderada y gradiente transvalvular aórtico de aproximadamente 25 mm Hg (fig. 4). Se realizó la hemostasia del sitio de punción arterial con el dispositivo hemostático (Vascular Abott Devices, Redwood City, EUA), manteniendo el electrodo de marcapasos temporario durante dos días.

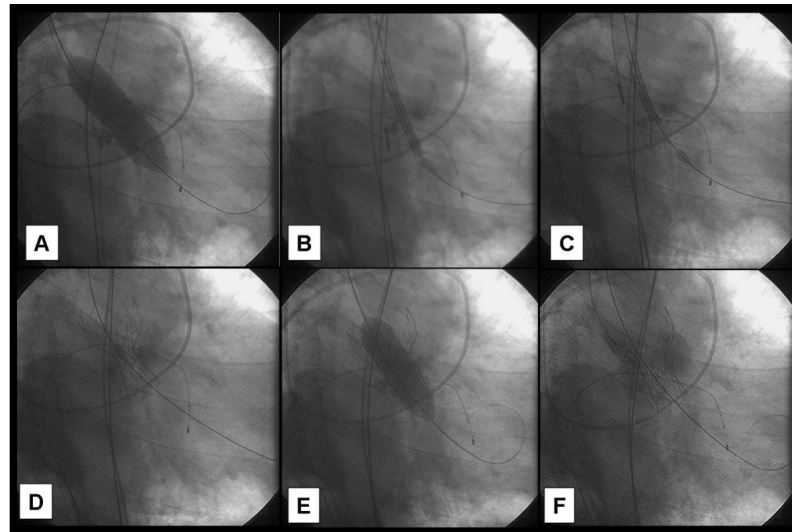
El ecocardiograma transtorácico inmediato reveló el posicionamiento adecuado de la prótesis, reducción del gradiente transvalvular e insuficiencia aórtica perivalvular

de grado moderado a acentuado (tab. 1 e fig. 2C). La angiografía post procedimiento demostró cierto grado de hipodilatación de la prótesis, a consecuencia de la gran calcificación existente en el anillo valvular (fig. 2D), justificando la existencia de regurgitación perivalvular. Sin embargo, a pesar de la presencia de regurgitación aórtica, se observó una reducción aguda significativa de los niveles séricos del péptido natriurético cerebral (BNP), de 611 para 11 pg/ml, confirmando la mejoría hemodinámica producida por el procedimiento. El quinto día después del implante el paciente presentó señales de bajo débito de la respuesta ventricular (fibrilación atrial preexistente), por lo que se realizó el implante del marcapasos definitivo. Al paciente se le dio de alta del hospital 12 días después del implante de la bioprótesis aórtica.

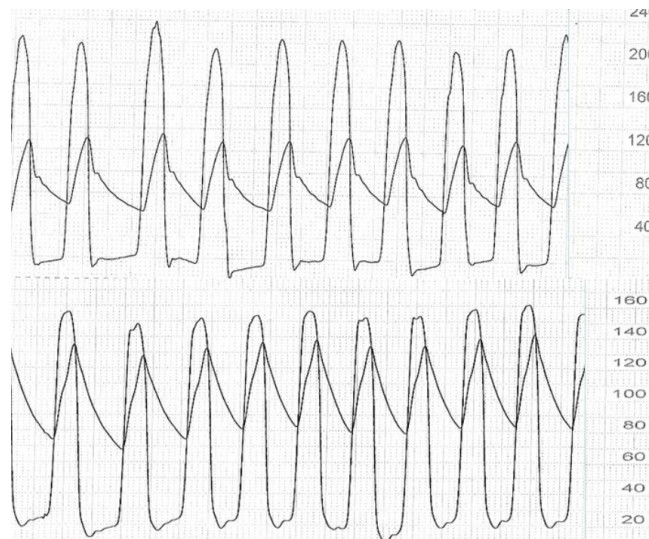
Durante los seis primeros meses de acompañamiento clínico el paciente presentó mejora de los síntomas de insuficiencia cardiaca (NYHA clase funcional I). Los ecocardiogramas de control, realizados dos y seis meses después de la intervención, demostraron reducción significativa de la regurgitación aórtica, queda adicional del gradiente de presión transvalvular, reducción de la hipertrofia ventricular izquierda y normalización de la presión sistólica de la arteria pulmonar (tab. 1).

## Relato del caso nº 2

Paciente M.D.S, 87 años, sexo femenino, diagnosticada de insuficiencia cardiaca congestiva clase funcional III (NYHA)



**Fig. 3 -** Valvoplastia aórtica con balón (A), para predilatación. Posicionamiento del sistema CoreValve (B). Sistema CoreValve en proceso de liberación (C) y al final del proceso (D). Post dilatación para mejor acomodo de la prótesis y reducción de la regurgitación perivalvular (E). Aortografía al final de la intervención con regurgitación moderada (F).



**Fig. 4 -** Curvas de presión antes (A) e después (B) del implante de la prótesis CoreValve, demostrando reducción del gradiente sistólico de presión transvalvular aórtico.

y episodios frecuentes de presíncope desde hace cerca de dos años. En la investigación se constató estenosis aórtica acentuada, con también acentuado grado de calcificación (tabla 2). Como antecedente, se destacaba la presencia de neoplasia de mama tratada con radioterapia hace seis años. Considerando tal antecedente y la edad avanzada, con mortalidad quirúrgica estimada por el EuroScore en el 12,1%, se optó por la sustitución percutánea de la válvula aórtica, empleando el sistema CoreValve. Se analizaron los

criterios morfológicos y anatómicos de la válvula, además de la aorta y el trayecto aortoiliaco, empleando para tanto el ecocardiograma y la angiotomografía de múltiples detectores, para determinar el tamaño de la prótesis (figs. 5A e 5B). Se realizó también la coronariografía, alejando la suposición de enfermedad coronariana obstructiva significativa.

La preparación para el procedimiento consistió en profilaxia antibiótica y antiagregación plaquetaria doble, con aspirina y dopedogrel. El procedimiento se realizó con sedación y

## Artículo Original

ventilación no invasiva. Se punzaron las arterias femorales, con posicionamiento del introductor 18F a la izquierda,

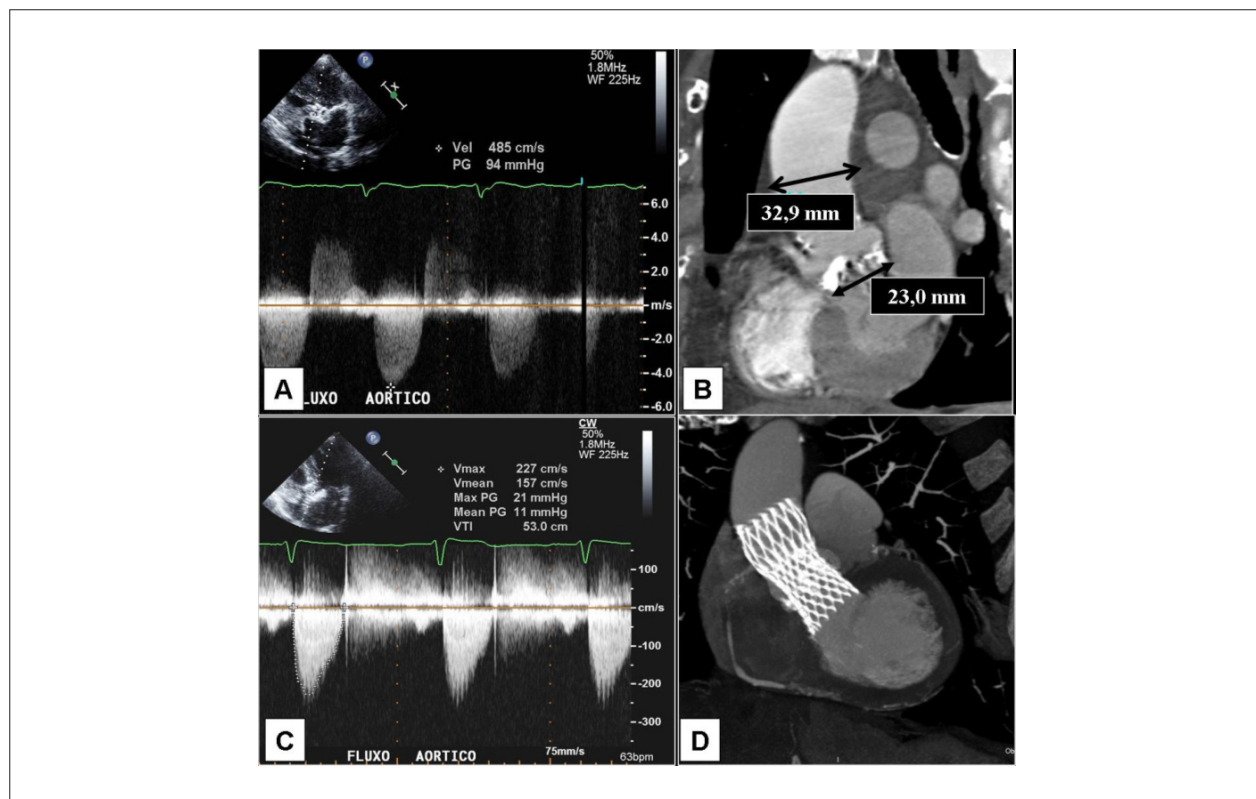
**Tabla 2 - Parámetros ecocardiográficos preprocedimiento, post inmediato y durante el seguimiento**

Ecocardiograma	Pre	Post inmediato	2 meses	6 meses
Área valvular aórtica (cm <sup>2</sup> )	0,5	1,3	1,3	1,3
Fracción de Eyección VE (%)	69	73	66	59
Diámetro diastólico final do VE, mm	42	41	47	42
Diámetro sistólico final del VE, mm	26	24	30	29
Gradiente (pico) VE/Aorta, mmHg	94	31	21	18
Gradiente (medio) VE/Aorta, mmHg	54	16	8	10
Insuficiencia Aórtica	1+	1+	1+	1+
Insuficiencia Mitral	1+	1+	1+	1+
PSAP, mmHg	38	36	34	33
Septo (cm)	1,6	1,5	1,2	1,2
Pared posterior (cm)	1,5	1,4	1,2	1,2

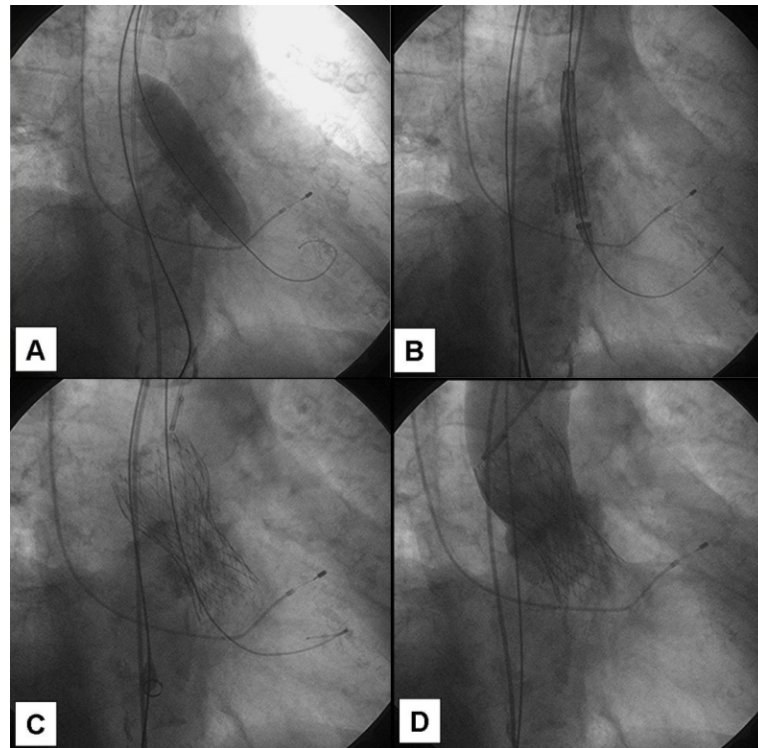
para introducción de la bioprótesis, y 5F a la derecha, como acceso para catéteres para angiografía. Se instaló entonces el electrodo de marcapasos transvenoso temporario a través de la vena yugular interna derecha. La valvoplastia aórtica se realizó con catéter-balón Z-Med 20 x 60 mm (NuMed, Inc., Hopkinton, EUA), empleando el marcapasos para elevación de la frecuencia cardiaca hasta 220 bpm. Enseguida se introdujo y se liberó exitosamente el sistema CoreValve (fig. 6). Al final del procedimiento se observó el adecuado posicionamiento de la prótesis, la presencia de regurgitación perivalvular mínima y la ausencia de gradiente de presión transvalvular aórtica (fig. 7). Se realizó la hemostasia del sitio de punción arterial con dispositivo hemostático Prostar (Vascular Abbott Devices, Redwood City, EUA) y se mantuvo el electrodo de marcapasos temporario durante tres días.

El ecocardiograma transtorácico inmediato reveló el posicionamiento adecuado de la prótesis, reducción del gradiente transvalvular e insuficiencia aórtica periprotética de grado discreto (tab. 2 e fig. 5C). El cuarto día después del procedimiento la paciente presentó ensanchamiento del QRS y bloqueo atrioventricular de primer grado, con evolución hacia bloqueo atrioventricular total, justificando el implante de marcapasos definitivo. Se le dio de alta del hospital 12 días después del implante de la bioprótesis aórtica.

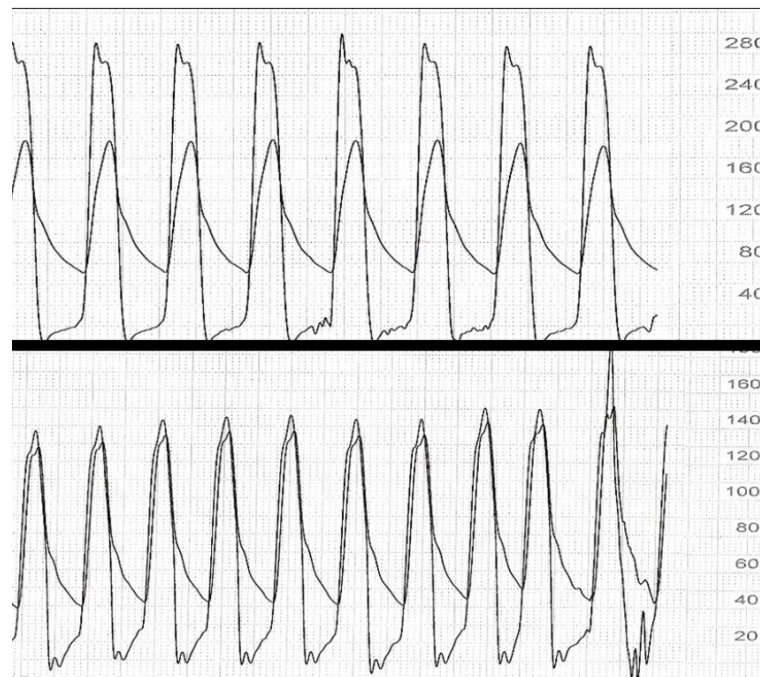
Durante los seis primeros meses de acompañamiento clínico, la paciente presentó mejora sintomática (NYHA clase funcional I) y ausencia de nuevos episodios de presíncope. Los



**Fig. 5 - Ecocardiograma (A) y angiografía (B) preintervención muestran estenosis valvular aórtica calcificada y medida del anillo valvular de 23 mm. Ecocardiograma realizado después del implante de la endoprótesis CoreValve (C), con insuficiencia perivalvular discreta y reducción del gradiente transvalvular aórtico. Angiografía (D) muestra el adecuado posicionamiento y expansión de la prótesis.**



**Fig. 6** - Valvoplastia aórtica por balón (A), para predilatación. Posicionamiento del sistema CoreValve (B). Sistema CoreValve liberado (C). Aortografía al final de la intervención con regurgitación discreta (D).



**Fig. 7** - Curvas de presión antes (A) y después (B) del implante de la prótesis CoreValve, demostrando reducción del gradiente sistólico de presión transvalvular aórtico.

ecocardiogramas de control, realizados entre dos y siete meses después de la intervención, demostraron queda adicional del gradiente de presión transvalvular aórtico y mantenimiento de la insuficiencia aórtica de grado discreto. Se detectó asimismo una reducción de la hipertrofia ventricular izquierda (tab. 2). La angiotomografía de control mostró el posicionamiento adecuado de la prótesis (fig. 5D)

### Discusión

La sustitución percutánea de la válvula aórtica se ha hecho una realidad también en nuestro medio. Estudios clínicos recientes han demostrado la facilidad de ejecución, seguridad y eficacia de ese tipo de intervención, con resultados, aunque a corto y medio plazo, bastante prometedores<sup>13</sup>. Actualmente, por tratarse de una modalidad terapéutica relativamente nueva, la indicación de la sustitución percutánea de la válvula aórtica se restringe a un grupo selecto de pacientes que, por la edad avanzada o comorbilidades, tienen contraindicado el tratamiento quirúrgico convencional, o el riesgo sería muy alto. En ellos, el abordaje percutáneo tiene un éxito superior al 75% y puede ofrecer mortalidad inferior a la esperada con el tratamiento quirúrgico<sup>9,12,13</sup>.

En publicación reciente, Webb et al.<sup>13</sup> relataron mortalidad del 2% durante el procedimiento y del 8% a los 30 días con la prótesis de Cribier-Edwards, comparándola con los 30% previstos por el EuroScore para el abordaje quirúrgico de esos mismos pacientes<sup>13</sup>. En la experiencia más reciente publicada por Grube, empleando la CoreValve, la mortalidad fue del 6% durante el procedimiento y del 12% a los 30 días, bastante inferior a los 21,7% previstos para el tratamiento quirúrgico<sup>12</sup>. Otras complicaciones, como accidente vascular cerebral (2,8% al 10%) y tamponamiento cardiaco (2% al 7%) fueron relativamente frecuentes en esas casuísticas de altísimo riesgo<sup>9,12,13</sup>. Sin embargo, la superación de la curva de aprendizaje del método y la mejora progresiva de los dispositivo tiende a reducir su ocurrencia y elevar el porcentaje de éxito de la intervención. Se cree también que el empleo de la doble antiagregación plaquetaria puede reducir la ocurrencia de accidente vascular cerebral durante y después de la intervención, motivo por el que empleamos esa asociación en los casos de nuestra experiencia inicial con la CoreValve. En los dos casos relatados en esta publicación los procedimientos se realizaron exitosamente y, como complicación, se dio apenas el bloqueo atrioventricular total durante los primeros días después del procedimiento, haciéndose necesario el implante de marcapasos definitivo, sin mayores consecuencias. Esa complicación, que es también

relativamente frecuente después del tratamiento quirúrgico convencional, fue relatada en menos del 10% de los casos, ocurriendo probablemente debido a la cercanía del anillo valvular aórtico al haz de conducción<sup>9,13</sup>.

La eficacia de las bioprótesis Edwards-Sapien y CoreValve es incontestable, al menos en lo que se refiere a los resultados a medio plazo<sup>9,12,13</sup>. Inmediatamente después del implante se observa la ampliación del área valvular y la queda significativa del gradiente de presión transvalvular aórtico<sup>9,12,13</sup>. Esa mejora hemodinámica precoz se refleja rápidamente en la mejora de la sintomatología de insuficiencia cardiaca congestiva de los pacientes tratados<sup>9,12,13</sup>, como lo hemos descrito en los dos casos de nuestra casuística inicial. Durante la evolución se observa también la mejora de la fracción de eyección y la reducción de la hipertrofia del ventrículo izquierdo<sup>9,13</sup>.

La presencia de regurgitación aórtica perivalvular es relativamente frecuente después del implante de las bioprótesis, pero es casi siempre de discreta o, a lo más, de moderada intensidad. En general, clínicamente se la tolera muy bien. En los casos en que existe insuficiencia aórtica significativa después del implante de la CoreValve, es posible valerse de dilataciones de la prótesis con balones de mayor diámetro para su mejor adaptación al anillo valvular. Sin embargo, la naturaleza autoexpandible de la prótesis hace con que exista una acomodación y reducción de la intensidad de la regurgitación durante los primeros meses después del implante, como se dio en nuestro primer caso.

A pesar de esos resultados preliminares animadores, no es posible considerar la sustitución percutánea de la válvula aórtica, al menos por el momento, como una alternativa al tratamiento de pacientes con estenosis aórtica de bajo riesgo quirúrgico. Hay que probar todavía su durabilidad y eficacia de largo plazo y solamente la realización de estudios controlados permitirá la ampliación progresiva de sus indicaciones.

### Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinente.

### Fuentes de Financiamiento

El presente estudio no tuvo fuentes de financiamiento externas.

### Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de post grado.

### Referencias

1. Lindroos M, Kupari M, Heikkilä J, Tilvis R. Prevalence of aortic valve abnormalities in the elderly: an echocardiographic study of a random population sample. *J Am Coll Cardiol*. 1993; 21: 1220-5.
2. Fann JJ, Chronos N, Rowe SJ, Michiels R, Lyons BE, Leon MB, et al. Evolving strategies for the treatment of valvular heart disease: preclinical and clinical pathways for percutaneous aortic valve replacement. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008; 71: 434-40.
3. Bouma BJ, van Den Brink RB, van Der Meulen JH, Verheul HA, Cheriex EC, Hamer HP, et al. To operate or not on elderly patients with aortic stenosis: the decision and its consequences. *Heart*. 1999; 82: 143-8.

4. Iung B, Cachier A, Baron G, Messika-Zeitoun D, Delahaye F, Tornos P, et al. Decision-making in elderly patients with severe aortic stenosis: why are so many denied surgery? *Eur Heart J*. 2005; 26: 2714-20.
5. Kuntz RE, Tosteson AN, Berman AD, Goldman L, Gordon PC, Leonard BM, et al. Predictors of event-free survival after balloon aortic valvuloplasty. *N Engl J Med*. 1991; 325: 17-23.
6. Otto CM, Mickel MC, Kennedy JW, Alderman EL, Bashore TM, Block PC, et al. Three-year outcome after balloon aortic valvuloplasty: insights into prognosis of valvular aortic stenosis. *Circulation*. 1994; 89: 642-50.
7. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation*. 2002; 106: 3006-8.
8. Grube E, Laborde JC, Zickmann B, Gerckens U, Felderhoff T, Sauren B, et al. First report on a human percutaneous transluminal implantation of a self-expanding valve prosthesis for interventional treatment of aortic valve stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2005; 66: 465-9.
9. Cribier A, Eltchaninoff H, Tron C, Bauer F, Agatiello C, Nercolini D, et al. Treatment of calcific aortic stenosis with the percutaneous heart valve: mid-term follow-up from the initial feasibility studies: the French experience. *J Am Coll Cardiol*. 2006; 47: 1214-23.
10. Cribier A, Eltchaninoff H, Tron C, Bauer F, Agatiello C, Sebah L, et al. Early experience with percutaneous transcatheter implantation of heart valve prosthesis for the treatment of end-stage inoperable patients with calcific aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 43: 698-703.
11. Grube E, Laborde JC, Gerckens U, Felderhoff T, Sauren B, Buellesfeld L, et al. Percutaneous implantation of the CoreValve self-expanding valve prosthesis in high-risk patients with aortic valve disease: the Siegburg first-in-man study. *Circulation*. 2006; 114: 1616-24.
12. Grube E, Schuler G, Buellesfeld L, Gerckens U, Linke A, Wenaweser P, et al. Percutaneous aortic valve replacement for severe aortic stenosis in high-risk patients using the second- and current third-generation self-expanding CoreValve prosthesis: device success and 30-day clinical outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 50: 69-76.
13. Webb JG, Pasupati S, Humphries K, Thompson C, Altwegg L, Moss R, et al. Percutaneous transarterial aortic valve replacement in selected high-risk patients with aortic stenosis. *Circulation*. 2007; 116: 755-63.