



# Tratamiento quirúrgico de los aneurismas del seno de Valsalva

Laura A. Torrico-Dávila\*, Mario Gomez-Sanchez y Rosa Molina-Reyes

Departamento de Cirugía Cardíaca de Adultos, Instituto Nacional de Cardiología «Ignacio Chavez», Ciudad de México, México

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 28 de mayo de 2019

Aceptado el 2 de septiembre de 2019

### Palabras clave:

Reparación con parche

Rotura del aneurisma

Aneurisma del seno de Valsalva

## R E S U M E N

**Antecedentes:** En este estudio revisamos nuestra experiencia de 10 años en la reparación de los aneurismas del seno de Valsalva que se encuentren íntegros o rotos y su seguimiento a largo plazo.

**Métodos:** Una revisión retrospectiva, transversal donde se identificaron 23 pacientes (13 varones, 10 mujeres, edad media 31 años, rango 21 a 61) que se sometieron a cirugía para reparación de aneurisma de seno de Valsalva entre enero de 2007 y febrero de 2017. Este se originó del seno coronario derecho en 19 pacientes (82%), del coronario izquierdo en 3 (10%) y del no coronario en 2 (8%). En 2 pacientes el aneurisma de seno de Valsalva se encontraba íntegro y en 21 (91%) se encontraba roto. La ocurrencia más frecuente fue rotura ventricular derecha en 16 (69%), con rotura auricular derecha en 4 (17%), del ventrículo izquierdo en uno (4,3%) y de la aurícula izquierda en uno (4,3%). Los defectos comunes asociados fueron la insuficiencia aórtica en 12 pacientes (52%), el defecto del septo ventricular en 9 (39%), insuficiencia tricúspide en 3 (13%), comunicación interauricular y persistencia del conducto arterioso en uno, respectivamente (4,3%). Se utilizaron dos técnicas de reparación: en 17 (74%) se utilizó parche para el cierre del defecto y en 6 (26%) se excluyó con puntos cuadrados reforzados con teflón.

**Resultados:** No tuvimos mortalidad hospitalaria. El seguimiento, que va de un mes a 10 años, estaba disponible en el 100% de los sobrevivientes. Un paciente presentó fuga a través de la técnica de reparación sin repercusión hemodinámica. La supervivencia real fue del 95,7%. La falta de necesidad de reoperación fue del 100%.

**Conclusión:** La reparación quirúrgica es la elección óptima para el tratamiento del aneurisma del seno de Valsalva. La intervención temprana después del diagnóstico puede mejorar el pronóstico a largo plazo de estos pacientes.

© 2019 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Surgical treatment of Valsalva sinus aneurysms

### A B S T R A C T

**Background:** In this study, we reviewed our experience of 10 years in the repair of the aneurysm of the sinus of Valsalva that are intact or broken and its long-term follow-up.

**Methods:** A retrospective, cross-sectional review of 23 patients (13 men, 10 women, mean age 31 years, range 21–61 years) who underwent surgery for repair of Valsalva sinus aneurysm between January 2007 and February 2017. The aneurysm of the Valsalva originated from the right coronary sinus in 19 patients (82%), the left coronary sinus in 3 patients (10%), and the non-coronary sinus in 2 patients (8%). In 2 patients, the Valsalva sinus aneurysm was intact and in 21 (91%) it was ruptured, the most frequent occurrence was right ventricular rupture in 16 (69%), whereas right atrial rupture was present in 4 (17%), left ventricle in one (4.3%) and left atrium in one (4.3%). The common defects associated were aortic insufficiency in 12 patients (52%), ventricular septal defect in 9 (39%), tricuspid insufficiency in 3 (13%), atrial septal defect and patent ductus arteriosus (4.3%). Two repair techniques were used; in 17 (74%) a patch was used to close the defect and in 6 (26%) it was excluded with square points reinforced with Teflon.

**Results:** We did not have hospital mortality. Follow-up, ranging from one month to 10 years, was available in 100% of survivors. One patient presented leakage through the repair technique without hemodynamic repercussion. The actual survival rate was 95.7%. The freedom of reoperation was 100%.

**Conclusion:** Surgical repair is the optimal choice for the treatment of Valsalva sinus aneurysm. Early surgical intervention after diagnosis may improve the long-term prognosis of these patients.

© 2019 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Keywords:

Patch repairs

Aneurysm rupture

Aneurysm of the sinus of Valsalva

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [lauradriana.td@gmail.com](mailto:lauradriana.td@gmail.com) (L.A. Torrico-Dávila).

## Introducción

La presencia de un aneurisma a nivel de los senos de Valsalva es una patología de origen congénito o adquirido que tiene una incidencia del 0,14 al 3,5% del total de pacientes que son sometidos a cirugía cardíaca<sup>1,2</sup>. En porcentaje menor (0,5-1,5%) se encuentran estos rotos abocados a diferentes compartimientos cardíacos, entre ellos las aurículas y los ventrículos; con mayor frecuencia se rompen a la aurícula derecha, y si se rompen en el pericardio y no se contienen vemos como resultado la muerte<sup>3</sup> (fig. 1). El primer tratamiento quirúrgico con circulación extracorpórea fue realizado por Lillehei en 1957. Realizó el cierre colocando puntos simples de seda a través de la cámara que lo envolvía<sup>1,2</sup>.

Existen diferentes técnicas de reparación y vías de abordaje. No encontramos recomendaciones claras de cuándo tratarlo. Debido al escaso número de casos y a la falta de información acerca de la historia natural de la enfermedad de los aneurismas, no sabemos con exactitud cuál será el momento en el que este se rompa. Es clara la indicación quirúrgica si el aneurisma está roto, pero no existe consenso en el caso de que este se encuentre íntegro y no cause sintomatología.

Es por eso por lo que es necesario realizar una revisión de nuestra experiencia y relacionar el tratamiento quirúrgico de los aneurismas de los senos de Valsalva con los factores de riesgo que influyen en las complicaciones y el pronóstico a largo plazo de estos.

## Material y métodos

Es un estudio retrospectivo, transversal y descriptivo. Se tomaron todos los pacientes que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico de aneurisma del seno de Valsalva en nuestro centro entre enero de 2007 a febrero de 2017. Se excluyeron los pacientes menores de 18 años de edad, los que presentaron aneurismas del seno de Valsalva que no requirieron tratamiento quirúrgico o se les ofreció tratamiento intervencionista o que no realizaron controles mayores a los 6 meses del postoperatorio.

El presente estudio fue aprobado por el comité de ética de nuestro centro.

## Resultados

Encontramos 23 pacientes (13 hombres y 10 mujeres con edad promedio de 31 años; rango 21 a 61) que fueron sometidos a

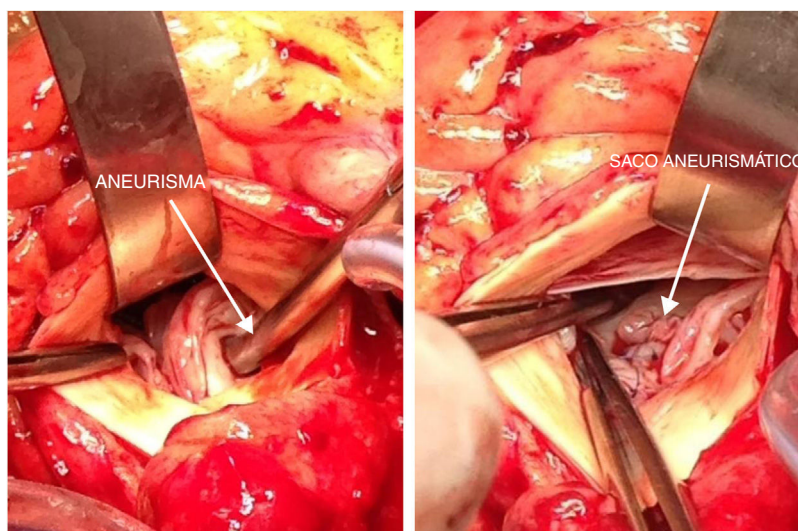
**Tabla 1**  
Datos del paciente

	n = 23
<i>Edad media</i>	31
<i>Género</i>	
Masculino	13 (56%)
Femenino	10 (44%)
<i>Clase NYH preoperatoria</i>	
I	4 (17%)
II	12 (52%)
III	6 (26%)
IV	1 (4%)
<i>Síntomas</i>	
Asintomáticos	7 (30%)
Dolor precordial	2 (9%)
Disnea	14 (61%)
<i>Electrocardiograma</i>	
Sinusal	20 (87%)
Bloqueo AV II grado	2 (9%)
Bloqueo AV III grado	1 (4%)
FEVI % preoperatoria	57,6%
<i>Tiempo de circulación extracorpórea</i>	125 min (70-209) <sup>a</sup>
<i>Tiempo de pinzamiento</i>	95 min (47-180) <sup>a</sup>
<i>Tiempo de estancia hospitalaria</i>	15 días (6-34) <sup>a</sup>

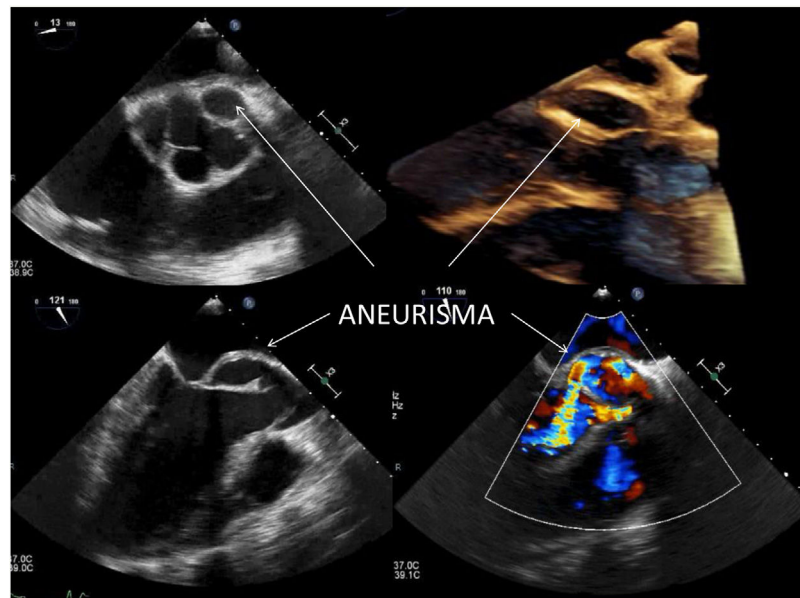
<sup>a</sup> Mínimo-máximo.

tratamiento quirúrgico de aneurisma de los senos de Valsalva (tabla 1).

Al ingreso, 7 (30%) pacientes llegaron asintomáticos y el diagnóstico fue por el hallazgo de un soplo cardíaco en la exploración física; en 14 (61%) el principal síntoma fue diferentes grados de disnea, y en 2 (9%), dolor precordial. Cinco (22%) ingresaron con cuadro clínico compatible con endocarditis infecciosa. De acuerdo con el estadio clínico de la *New York Heart Association*, 12 (52%) fueron catalogados como grado II y el resto en grados I, III y IV: 4 (17%), 6 (26%) y 1 (4%), respectivamente. Encontramos que el electrocardiograma estaba normal en 20 (87%), identificando el bloqueo auriculoventricular de primer grado en 2 (9%) y de tercer grado en uno (4%) como arritmia preoperatoria más frecuente (tabla 1). Para realizar el diagnóstico se realizó en todos los pacientes ecocardiograma (fig. 2); 7 (30%) de ellos no necesitaron más estudios complementarios. En 13 (56%) fue necesario realizar resonancia magnética, en 6 (26%) cateterismo cardíaco y en 5 (22%) tomografía



**Figura 1.** Después de la aortotomía, en la imagen de la izquierda vemos la pinza que atraviesa el aneurisma del seno no coronario. En la imagen de la derecha vemos el saco aneurismático por debajo de la válvula aórtica en el ventrículo izquierdo.



**Figura 2.** Ecocardiograma transtorácico y transesofágico en 3D; se observan, en diferentes cortes, los aneurismas.

**Tabla 2**

Origen del aneurisma en el seno de Valsalva y cámara donde se produce la rotura

Origen	Roto hacia la cámara				No roto	Total <sup>a</sup>
	AD	VD	AI	VI		
NC	1	–	1	–	–	2
CD	4	16	–	1	–	21
CI	–	–	–	–	3	3
Total	5	16	1	1	3	26

AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; CD: coronaria derecha; CI: coronaria izquierda; NC: no coronaria; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

<sup>a</sup> Dos pacientes presentaron aneurismas en más de un seno.

computarizada; cabe destacar que en varios de los pacientes se realizaron más de una prueba complementaria. La función ventricular promedio fue del 57,6%, la más alta del 76% y la más baja del 37%. La localización más frecuente del aneurisma del seno de Valsalva fue a nivel del seno coronario derecho en 19 (82%); en 3 (10%) se encontró a nivel del seno coronario izquierdo, y en 2 (8%), en el seno no coronario. Hay que destacar que en 2 pacientes el aneurisma se presentó en más de un seno de Valsalva. Observamos que en 21 (91%) pacientes el aneurisma se encontraba roto, en 16 (69%) en dirección al ventrículo derecho, en 5 (17%) a la aurícula derecha, en uno (4,3%) al ventrículo izquierdo y en uno (4,3%) a la aurícula izquierda. En 2 pacientes la perforación se dirigía a 2 cámaras cardiacas, a la aurícula derecha y el ventrículo derecho, y a la aurícula derecha y la aurícula izquierda, respectivamente (tabla 2). En 9 (39%) pacientes no se encontraron patologías asociadas. En 12 (52%) se acompañó de insuficiencia aórtica severa, en 9 (39%) de comunicación interventricular, en 3 (13%) de insuficiencia tricuspídea severa, en 2 (8,7%) de válvula aórtica bivalva, en uno (4,3%) de comunicación interauricular y en otro conducto arterioso persistente (tabla 3). La cirugía por el cuadro clínico en que llegaron los pacientes fue catalogada de urgencia en 4 (17%).

#### Técnica quirúrgica

Todos necesitaron circulación extracorpórea con canulación aórtica habitual y venosa bicaval; bajo hipotermia moderada y dosis única de cardioplegia anterógrada tipo Custodiol y en los casos de insuficiencia aórtica se requirió además la administración directa de cardioplejía a través de los ostiums coronarios. El tiempo

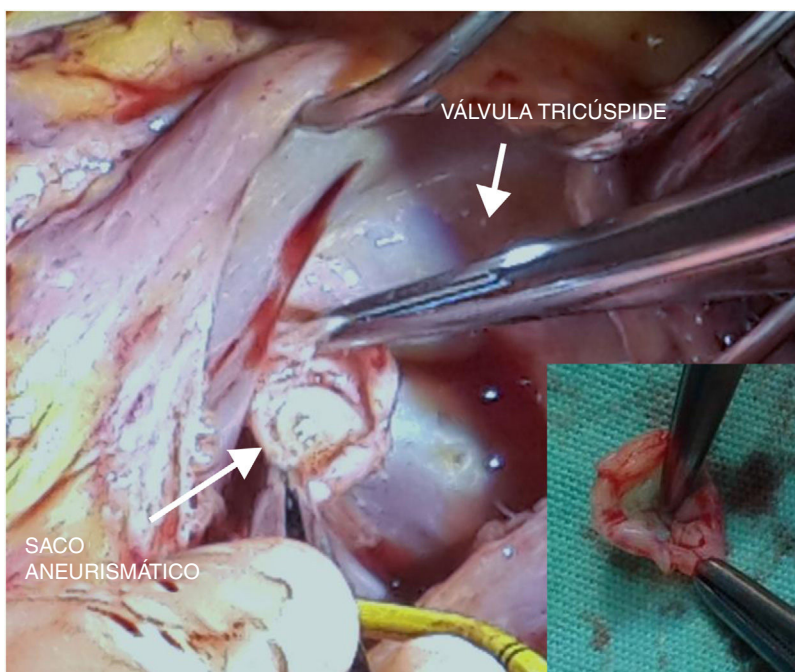
**Tabla 3**

Lesiones asociadas y procedimientos realizados

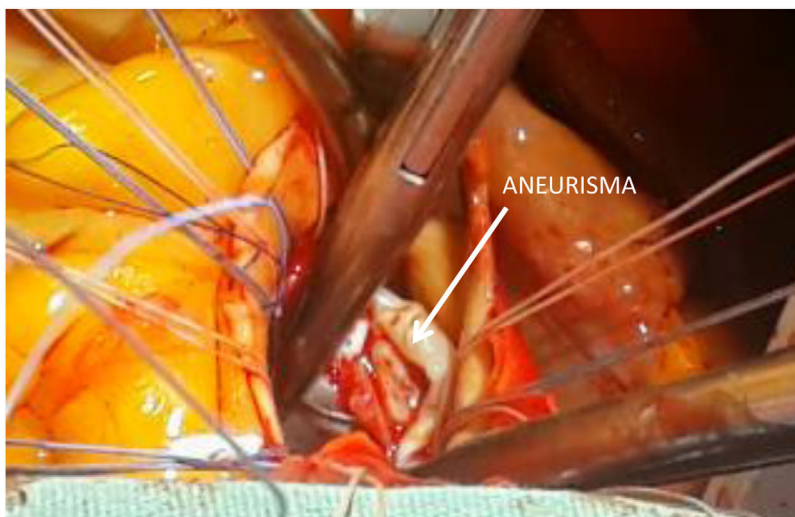
Lesión asociada	Procedimiento	Paciente, n
Insuficiencia aórtica	Cambio valvular aórtico	11
	Plastia aórtica	1
Comunicación interventricular	Cierre con parche	9
Insuficiencia tricuspídea	Cambio valvular tricuspídeo	3
Comunicación interauricular	Cierre con parche	1
Conducto arterioso	Sección y sutura	1

promedio de circulación extracorpórea fue de 125 min (máximo, 209; mínimo, 70). El tiempo promedio de pinzamiento aórtico fue de 95 min (máximo, 180; mínimo, 47). Se reseco el aneurisma en 12 (52%) de los pacientes (fig. 3). En cuanto a la técnica empleada, en 6 (26%) se excluyó el defecto con puntos cuadrados de polipropileno o poliéster reforzados con teflón y en 17 (74%) se utilizó un parche que se interponía en la boca del defecto (fig. 4). De los 17 que utilizaron parche, 16 fueron con parche de pericardio bovino y uno con parche de dacrón. De acuerdo con el lugar de ubicación del aneurisma, la técnica de exclusión en el caso de los ubicados a nivel de la coronaria izquierda, en todos (n=3), se realizó con parche de pericardio bovino, lo mismo que en los ubicados a nivel del seno no coronario (n=2). En los casos ubicados a nivel del seno coronario derecho se utilizaron las dos técnicas en 5 pacientes con puntos cuadrados, y en 15 se utilizó el parche (tabla 4). Hay que mencionar que en los 2 casos donde existía más de un aneurisma la técnica empleada fue el uso de parche. En 2 pacientes el cierre de los defectos que provoca el aneurisma se realizó por abordaje transaórtico, y en 21 (91%) fueron abordajes combinados: abordaje transaórtico y a través de auriculotomía derecha y, en 3 pacientes, por abordaje transaórtico y transpulmonar. En estos últimos la técnica empleada fue con parche de pericardio bovino.

Como procedimiento complementario, el cambio valvular aórtico se realizó en 11 (48%) pacientes, debido a la mala anatomía que presentaban para plastia; se incluyen en este grupo los 5 pacientes que presentaban endocarditis. En un paciente (4,3%) se logró realizar la plastia aórtica. Se cambió la válvula tricuspídea a los 3 (13%) pacientes en quienes se observó insuficiencia secundaria a endocarditis y perforaciones en distintas áreas de la válvula. Se cerraron los defectos de comunicación interventricular e interauricular



**Figura 3.** El saco aneurismático protruye en la aurícula derecha; la imagen pequeña en el cuadrante inferior derecho es el saco después de ser resecado.



**Figura 4.** Técnica de exclusión del aneurisma con puntos cuadrados de poliéster 2/0 reforzado con teflón.

**Tabla 4**  
Técnica de reparación

Origen /Técnica	Sin parche	Con parche	Total
NC	–	2	2
CD	6	15	21
CI	–	3	3
Total	6	20	26 <sup>a</sup>

CD: coronaria derecha; CI: coronaria izquierda; NC: no coronaria.

<sup>a</sup> Dos pacientes presentaron aneurismas en más de un seno.

(9 [39%] y 1 [4,3], respectivamente) con parche de pericardio bovino, y se cerró el conducto de un paciente (tabla 3).

#### Seguimiento

No hubo mortalidad hospitalaria. Durante el seguimiento uno falleció a los 60 días del postoperatorio por choque séptico secundario a colecistitis aguda. El tiempo promedio de estancia

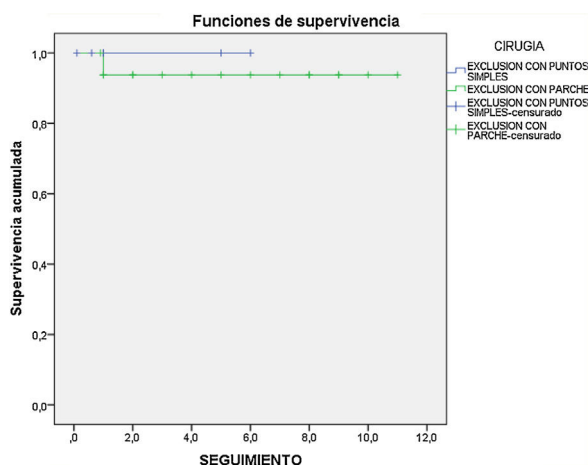
hospitalaria fue de 15 días (máximo, 34; mínimo, 6). Las complicaciones inmediatas fueron sangrado mayor al habitual en 5 (21%), síndrome de bajo gasto en 2 (8%), y uno (4,3%) presentó infarto perioperatorio. Las alteraciones del ritmo se presentaron en 8 (34%) pacientes: 3 de ellos presentaron bloqueo auriculoventricular que requirió la instalación de marcapasos definitivo, y el resto fueron fibrilación auricular y flutter, que revirtieron a ritmo sinusal en los siguientes días. Un paciente (4,3%) presentó de forma tardía fuga pequeña en el sitio de reparación con parche sin repercusión hemodinámica (tabla 5). Una paciente requirió cambio valvular aórtico por disfunción de la prótesis. Determinamos que el porcentaje de supervivencia es del 95,7%, y del 100% libre de reoperaciones por recurrencia (fig. 5).

#### Discusión

El objetivo del tratamiento quirúrgico del aneurisma del seno de Valsalva consiste en cerrarlo con seguridad, retirar el saco aneurismático y reparar cualquier defecto asociado sin causar bloqueo

**Tabla 5**  
Complicaciones

Inmediatas	n
Sangrado mayor al habitual	5
Síndrome de bajo gasto	2
Infarto perioperatorio	1
Bloqueo AV III grado	3
Fibrilación auricular	5
Tardías	
Fuga a nivel del sitio de reparación	1

**Figura 5.** Curva de supervivencia.

cardíaco o disfunción valvular aórtica. Existen diferentes estrategias quirúrgicas que han evolucionado para lograr estos objetivos; sin embargo, debido a la rareza de los mismos, no ha habido ensayos clínicos que demuestren si una técnica de reparación quirúrgica es superior a otra.

Un análisis sobre el tratamiento quirúrgico del aneurisma de los senos de Valsalva en pacientes asiáticos publicado por Wang et al.<sup>2</sup> encontró que la incidencia es aproximadamente 5 veces superior en los pacientes de Asia que en los de Occidente, y la mayoría de los estudios han encontrado que el seno coronario derecho es el más afectado, pero a diferencia del resto, donde el seno coronario izquierdo es poco frecuente, en el presente estudio se encontraron 3 casos; rara vez se observa un aneurisma del seno de Valsalva izquierdo, porque la cúspide coronaria izquierda no suele surgir del tabique bulbar de la misma manera que las cúspides derecha y no coronaria<sup>1</sup>. El aneurisma se rompe con más frecuencia en el ventrículo derecho, siendo el segundo sitio más común la aurícula derecha. Sin embargo, el aneurisma del seno de Valsalva roto también se ha encontrado raramente en el ventrículo izquierdo y en la aurícula izquierda. En nuestro estudio, el aneurisma se rompió con mayor frecuencia en el ventrículo derecho.

En la literatura encontramos que los varones son más propensos a tener aneurismas de los senos de Valsalva, con cifras que van desde el 78% hasta el 88%, y que los pacientes pueden ser diagnosticados en cualquier edad entre los 18 hasta los 69 años (media, 30)<sup>1,2</sup>. En nuestro estudio la edad media fue de 31 años, y el 56% de los pacientes eran varones.

Phatarpekar et al.<sup>4</sup> documentaron una supervivencia media de 3,9 años en su estudio, lo que sugiere que la intervención quirúrgica temprana es necesaria. La cirugía también se recomienda en los aneurismas sintomáticos no rotos, pero el manejo óptimo de este no se ha descrito. La indicación quirúrgica para el cierre del defecto aneurismático no está claro; en nuestra serie observamos que los pacientes sometidos a cirugía de reparación se encontraban en su mayoría en clase NYH II (52%), y que varios de ellos no

presentaban síntomas en el momento del diagnóstico y el hallazgo de un soplo los llevó a la consulta. En dichos casos se relacionaban con comunicación interventricular y con insuficiencia aórtica.

Los defectos de la pared interventricular son la anomalía cardíaca más común encontrada junto con los aneurismas del seno de Valsalva, con tasas de entre el 10 y el 78%<sup>1,2</sup>. En nuestra serie, a diferencia de otras, es la segunda anomalía cardíaca en frecuencia, luego de la insuficiencia aórtica; la tasa de prevalencia para los pacientes con comunicación interventricular fue del 39% (9 de 23), y todos los casos se cerraron con un parche. Se identificó posteriormente una fuga residual mínima. Como mencionamos antes, las anomalías valvulares aórticas y la incompetencia son comunes en los pacientes con aneurismas del seno de Valsalva, y el reemplazo o la plastia de la válvula aórtica pueden ser necesarios en el momento del cierre del aneurisma si las cúspides están muy deformadas y si no se logra realizar la reparación. En el presente estudio se presentó insuficiencia aórtica de moderada a severa en 12 pacientes (52%), y se reemplazó la válvula aórtica en 11 de ellos debido a que presentaban mala anatomía; un ejemplo son las perforaciones en los casos de endocarditis. Igualmente en los 3 pacientes a los que se sustituyó la válvula tricúspide que presentaban diferentes perforaciones debido a la endocarditis de la misma, siendo la plastia poco factible de realizar.

El cierre intervencionista en las salas de hemodinamia es otra opción de tratamiento<sup>5-7</sup>, sobre todo porque aún no se ha determinado el abordaje quirúrgico ideal. Existe controversia entre los centros quirúrgicos con respecto a la mejor técnica de cierre (cierre primario vs. cierre del parche) y el abordaje quirúrgico preferido (doble, transaórtico y cámara implicada) para el aneurisma del seno de Valsalva roto. Algunos informes han identificado una asociación entre la técnica de cierre primario, la rotura recurrente y el empeoramiento de la insuficiencia aórtica<sup>1,2,8,9</sup>. Otros han recomendado usar en todos sus casos parche para cerrar el aneurisma porque no deforma la válvula aórtica y reduce el estrés en la línea de sutura. También se recomienda en la literatura que en los casos donde se presente más de un aneurisma de seno de Valsalva se sustituya la raíz aórtica utilizando las técnicas de Bentall y de Bono en el caso de que se acompañe de insuficiencia aórtica, o la técnica de David en los casos en que se quiera preservar la válvula<sup>10</sup>. En nuestro estudio encontramos 2 pacientes con más de un aneurisma de seno de Valsalva; el cierre de los defectos se realizó con parche de pericardio bovino y en el seguimiento a largo plazo no se identificaron fugas ni complicaciones con respecto a la técnica empleada.

Jung et al.<sup>11</sup> señalaron que la reparación transaórtica puede causar insuficiencia aórtica postoperatoria, distorsionando progresivamente la geometría del seno. Sin embargo, Liu et al.<sup>12</sup> no encontraron asociación entre este abordaje quirúrgico y dicha complicación.

La técnica de reparación donde solo se realiza el tratamiento por la cámara involucrada se debe realizar en los pacientes sin insuficiencia aórtica significativa. Si se abren las dos cámaras involucradas, por ejemplo, la aorta y la cámara donde se rompe o prolapsa el aneurisma; aunque este tipo de cirugía tiene algunas ventajas, como ser capaz de reparar el defecto de ambos lados, requiere más tiempo en circulación extracorpórea, que tiene efectos deletéreos<sup>1,8,9</sup>.

Cuando un aneurisma del seno de Valsalva se rompe en el ventrículo izquierdo sin lesiones cardíacas asociadas, realizamos la reparación a través de una aortotomía con el uso de un parche. Si un aneurisma del seno de Valsalva se rompe en la aurícula derecha o en el ventrículo derecho, preferimos el abordaje bicameral porque el defecto puede ser reparado por ambos lados. Esta técnica fue la utilizada en la mayoría de nuestros pacientes, ya que los aneurismas se rompieron con mayor frecuencia hacia las cavidades cardíacas derechas en 21 (91,4%), mientras que el abordaje transaórtico se utilizó en solo 2 (8,6%). Hemos observado una tendencia creciente

a utilizar la reparación con parches en los últimos años; en nuestro estudio se utilizó el cierre con parche a nivel de los aneurismas ubicados en la coronaria izquierda y no coronaria, y en los ubicados a nivel del seno coronario derecho se utilizaron las dos técnicas de cierre. Se tuvo preferencia en el uso de los puntos cuadrados en los casos donde se realizaría el cambio valvular aórtico. La mayoría de los estudios también han recomendado el uso del enfoque dual, porque la tasa de mortalidad operativa es generalmente baja (0,5-11%) con este procedimiento y el pronóstico después de la reparación quirúrgica es satisfactorio<sup>1,8,12</sup>. En nuestra serie no hubo mortalidad operatoria y la supervivencia real fue del 95,7% a los 5 años, similar a los resultados publicados anteriormente<sup>1,2,8</sup>.

### Conclusiones

La reparación quirúrgica de un aneurisma del seno de Valsalva se asocia con un riesgo operatorio aceptablemente bajo y se encuentra libre de muerte y reoperación a largo plazo. Cuando se diagnostica un aneurisma del seno de Valsalva, el tratamiento de elección debe ser la reparación quirúrgica tan pronto como sea posible.

### Financiación

No recibimos ninguna financiación.

### Conflicto de intereses

No presentamos ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Yadav A, Mathur R, Devgarha S, Abraham V, Sisodia A. Surgery for ruptured sinus of Valsalva aneurysm: Five-year experience with 19 patients. *Turk Gogus Kalp Dama*. 2014;22:729–33.
2. Wang Z, Zou C, Li D, Li H, Wang A, Yuan G, et al. Surgical repair of sinus of Valsalva aneurysm in Asian patients. *Ann Thorac Surg*. 2007;84:156–60.
3. Chakravarthy K, Gattu V, Balaji K, Ramathoti P. Rupture of aortic sinus Valsalva aneurysm and its management. *J Clin Diagn Res*. 2014;8:GD05–6.
4. Phatarpekar A, Phadke M, Lanjewar C, Kerkar P. Is the sac waiting to rupture? Sinus of Valsalva aneurysm. *Aorta (Stamford)*. 2016;4:105–7.
5. Al-Senaidi K, al-Farqani A, Maddali M, al-Maskary S. Transcatheter closure of ruptured sinus of Valsalva aneurysm. Report of two cases. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2016;16. E511–e515.
6. Kumar GA, Parimala PS, Jayaranganath M, Jagadeesh A. Three-dimensional transesophageal echocardiography-guided transcatheter closure of ruptured noncoronary sinus of Valsalva aneurysm. *Ann Card Anaesth*. 2017;20:S73–5.
7. Liu S, Xu X, Ding X, Liu G, Zhao X, Zhao Z, et al. Comparison of immediate results and mid-term follow-up of surgical and percutaneous closure of ruptured sinus of Valsalva aneurysm. *J Cardiol*. 2014;63:239–43.
8. Alva C, Vazquez C. Aneurisma congénito del seno de Valsalva. Revisión. *Rev Mex Cardiol*. 2010;21:104–10.
9. Kouchoukos N, Blackstone E, Hanley F, Kirklin J. *Cardiac Surgery*. 4th ed. Philadelphia, USA: Elsevier; 2013. p. 1326–37.
10. Hughes GC, Swaminathan M, Wolfe W. Reimplantation technique (David operation) for multiple sinus of Valsalva aneurysms. *Ann Thorac Surg*. 2006;82:e14–6.
11. Jung SH, Yun TJ, Im YM, Park JJ, Song H, Lee JW, et al. Ruptured sinus of Valsalva aneurysm: Transaortic repair may cause sinus of Valsalva distortion and aortic regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135:1153–8.
12. Liu YL, Liu AJ, Ling F, Wang D, Zhu YB, Wang Q, et al. Risk factors for preoperative and postoperative progression of aortic regurgitation in congenital ruptured sinus of Valsalva aneurysm. *Ann Thorac Surg*. 2011;91:542–8.