

# Gradiente valvular mitral elevado después de la reparación borde a borde: un riesgo desapercibido. Revisión narrativa

Ovidio A. García-Villarreal 

Colegio Mexicano de Cirugía Cardiovascular y Torácica, Ciudad de México, México

## Resumen

*La reparación transcatéter borde a borde constituye un enfoque terapéutico que cambia el paradigma para los pacientes con regurgitación mitral grave que se consideran de alto riesgo para cirugía de la válvula mitral convencional. A pesar de su creciente popularidad, las consecuencias a largo plazo del gradiente transmitral elevado posterior al procedimiento en cuanto a las tasas de mortalidad y morbilidad siguen siendo un tema de intenso debate. La relación recíproca entre la reducción del área mitral y el aumento del gradiente transmitral, resultante de la colocación de un clip sobre ambas valvas de la mitral, puede potencialmente socavar la eficacia y la viabilidad del procedimiento. Es esencial una consideración cuidadosa para sopesar los beneficios y riesgos de reducir la regurgitación mitral residual a  $\leq 1+$  a expensas de un aumento del gradiente de la válvula mitral  $> 5$  mm Hg. El efecto que un gradiente elevado de la válvula mitral después del procedimiento puede tener sobre el resultado final, como las tasas de muerte por cualquier causa o de hospitalización por regurgitación cardíaca, actualmente es un tema polémico. En esta revisión, se analizan cada uno de estos factores para ofrecer una visión más completa de las complejidades involucradas.*

**PALABRAS CLAVE:** Gradiente valvular mitral. Regurgitación mitral. Regurgitación mitral degenerativa. Regurgitación mitral funcional. Reparación transcatéter borde a borde.

## *Elevated mitral valve gradient after transcatheter edge-to-edge repair: a risk falling through the cracks. Narrative review*

## Abstract

*The transcatheter edge-to-edge repair constitutes a paradigm-shifting therapeutic approach for patients with severe mitral regurgitation who are deemed high-risk candidates for conventional mitral valve surgery. Despite its growing popularity, the long-term consequences of post-procedural elevated mitral valve gradient on mortality and morbidity rates remain a topic of intense debate. The reciprocal relationship between mitral valve area reduction and mitral valve gradient augmentation, resulting from the clipping of both mitral leaflets, may potentially undermine the efficacy and feasibility of this procedure. Notably, a growing body of evidence suggests that careful consideration is essential to weigh the benefits and risks of reducing residual mitral regurgitation to  $\leq 1+$  at the expense of an increase in mean mitral valve gradient  $> 5$  mm Hg. The effect that an elevated post-procedure mitral valve gradient may have on the final outcome, such as all-cause death or heart failure hospitalization rates, is currently a contentious matter. In this review, we will analyze some of the most pivotal factors relevant to this issue in order to provide a more comprehensive insight into the intricacies involved.*

**KEYWORDS:** Mitral valve gradient. Mitral regurgitation. Degenerative mitral regurgitation. Functional mitral regurgitation. Transcatheter edge-to-edge repair.

### Correspondencia:

Ovidio A. García-Villarreal

E-mail: ovidiocardiotor@gmail.com

0016-3813/© 2024 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 19-09-2024

Fecha de aceptación: 21-10-2024

DOI: 10.24875/GMM.M24000908

Gac Med Mex. 2024;160:585-591

Disponible en PubMed

[www.gacetamedicademexico.com](http://www.gacetamedicademexico.com)

## Introducción

La reparación percutánea borde a borde (RPBB) es un tratamiento innovador para pacientes con regurgitación mitral grave que no son candidatos para cirugía tradicional de la válvula mitral. La RPBB se basa esencialmente en la técnica de Alfieri, que emplea una o varias suturas para lograr la coaptación de las valvas de la válvula mitral, eliminando así la regurgitación mitral, normalmente acompañada de un anillo protésico para la anuloplastia mitral.<sup>1</sup> En este contexto, es inevitable que la RPBB reduzca el área de la válvula mitral (AVM), lo cual resulta en aumento del gradiente de la válvula mitral (GVM). Estos factores pueden potencialmente comprometer la efectividad y viabilidad de la RPBB. De hecho, los efectos a largo plazo que tiene un mayor GVM posterior a la intervención sobre las tasas de mortalidad y morbilidad aún son objeto de debate e investigación.

## Consideraciones basales sobre la fisiopatología de la estenosis mitral

El AVM normal es de 4.0 a 5.0 cm<sup>2</sup>. La estenosis mitral se clasifica según su gravedad (Tabla 1).<sup>2</sup> Los síntomas suelen manifestarse cuando el AVM es < 1.5 cm<sup>2</sup>, especialmente en condiciones que incrementan la frecuencia cardíaca o el flujo transmítal, tales como el ejercicio físico, la fibrilación auricular, el embarazo o la infección.<sup>3</sup> Cuando el AVM se reduce a 1 cm<sup>2</sup>, se necesita un gradiente medio de 20 mm Hg a través de la válvula mitral estenótica para mantener el gasto cardíaco normal en reposo.<sup>4</sup> Como respuesta, las arteriolas pulmonares pueden contraerse, sufrir hiperplasia de la íntima y experimentar hipertrofia de la media, lo cual suele acarrear hipertensión arterial pulmonar. Una vez que el paciente cursa con síntomas graves, el pronóstico es especialmente malo, con tasas de supervivencia a 10 años entre 0 y 15 %. Además, el desarrollo de hipertensión pulmonar grave se asocia a una esperanza de vida menor, con una media en la esperanza de vida < 3 años.<sup>3</sup> La presión sistólica de la arteria pulmonar ≥ 60 mm Hg indica hipertensión pulmonar grave, que incrementa significativamente el riesgo de la cirugía de la válvula mitral y ante la cual se requiere una consideración cuidadosa.<sup>5,6</sup>

## Umbrales de corte para un GVM elevado tras RPBB

A pesar de las limitaciones inherentes a cada método al cuantificar el AVM, se acepta ampliamente

**Tabla 1. Gravedad de la estenosis mitral**

Grado	AVM (cm <sup>2</sup> )	GVM (mm Hg)	PSAP (mm Hg)	THP (ms)
Leve	> 2.5	< 5	< 30	< 100
Moderada	2.5-1.6	5-9	30-49	100-149
Grave	≤ 1.5	≥ 10	≥ 50	≥ 150

AVM: área de la válvula mitral; GVM: gradiente de la válvula mitral; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; THP: tiempo de hemipresión.

Valores según Pandian, *et al.*<sup>1</sup>

que ≤ 1 cm<sup>2</sup> corresponde a un GVM ≥ 5 mm Hg.<sup>7</sup> Con base en esto, se han propuesto varios umbrales para indicar un GVM elevado tras el RPBB. Como regla general, los valores de GVM ≤ 4 mm Hg se consideran aceptables e indicativos de estenosis mitral mínima. Por el contrario, un valor de GVM > 5 mm Hg suele aceptarse como un umbral diagnóstico para estenosis mitral moderada, lo cual indica un deterioro sustancial de la válvula mitral. El Mitral Valve Academic Research Consortium considera estenosis mitral significativa pos-RPBB ante AVM < 1.5 cm<sup>2</sup> o GVM ≥ 5 mm Hg.<sup>8</sup>

## ¿Cuándo está indicada la intervención en estenosis mitral?

La intervención está indicada cuando la estenosis mitral se considera moderada, es decir, cuando el AVM es ≤ 1.5 cm<sup>2</sup> y el GVM es ≥ 5 mm Hg, además de síntomas asociados a la estenosis mitral.<sup>7</sup> Este principio se aplica tanto a las intervenciones percutáneas como a las quirúrgicas. Es importante señalar que Neuss *et al.* encontraron una equivalencia directa entre el valor de corte del GVM de 5 mm Hg identificado mediante un método invasivo y 4.4 mm Hg en estudio ecocardiográfico.<sup>9</sup>

## Incidencia de estenosis mitral significativa pos-RPBB

Asumiendo un umbral ≥ 4.4 mm Hg mediante ecocardiografía para definir la estenosis mitral moderada, la prevalencia de estenosis mitral pos-RPBB oscila entre 12 y 38 % en las series publicadas.<sup>10,11</sup> Se debe mencionar el registro STS/ACC/TVT que reportó que 26.4 % de los pacientes desarrolló estenosis mitral significativa con un GVM > 5 mm Hg dentro del primer mes pos-RPBB,<sup>12</sup> cifra no insignificante, lo cual sugiere que más de la cuarta parte de las RPBB podría

requerir reintervención en la válvula mitral debido al impacto adverso de la estenosis mitral en los resultados. Sin embargo, las tasas de reoperación para RPBB fallidas son bajas y menos de 5 % de los pacientes precisa reintervención en el seguimiento de 4.5 meses.<sup>13</sup> A su vez, 14.5 % de las reoperaciones fue atribuible a la estenosis mitral.<sup>14</sup>

### GVM elevado es predictor de peores resultados pos-RPBB

El impacto de un GVM elevado pos-RPBB en el resultado final sigue siendo un tema de intenso debate. La evidencia publicada hasta la fecha no es concluyente en absoluto. En una cohorte de 254 pacientes que se sometieron a RPBB por regurgitación mitral, el GVM  $> 4.4$  mm Hg fue un predictor de resultados clínicos adversos en pacientes con regurgitación mitral degenerativa (RMD), no así en aquellos con regurgitación mitral funcional (RMF). Sobre todo, un GVM elevado  $> 4.4$  mm Hg pos-RPBB se asoció a un mayor riesgo de muerte por cualquier causa, reintervención, hospitalización por regurgitación cardíaca e implante de dispositivo de asistencia ventricular izquierda en pacientes con RMD (cociente de riesgo [HR, hazard ratio] = 1.28, IC 95 % = 1.05-1.56,  $p = 0.02$ ), al tiempo que no se encontró una asociación significativa en pacientes con RMF (HR = 0.80, IC 95 % = 0.65-0.99,  $p = 0.04$ ).<sup>15</sup>

En 713 pacientes que se sometieron a RPBB, el GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg fue un predictor independiente de muerte por cualquier causa y hospitalización por regurgitación cardíaca en pacientes con RMD (HR = 1.59, IC 95 % = 1.03-2.45,  $p = 0.034$ ), no así en aquellos con RMF (HR = 0.87, IC 95 % = 0.63-1.22,  $p = 0.43$ ) tras un seguimiento de cinco años.<sup>16</sup>

En un análisis retrospectivo realizado por Oguz *et al.*,<sup>17</sup> se estudiaron 243 pacientes que se sometieron a RPBB por RMD (63 %) o RMF (37 %), con un periodo de seguimiento medio de 516 días. Un GVM  $> 5$  mm Hg se asoció a un incremento de la mortalidad por cualquier causa en comparación con gradientes normales (HR = 1.91, IC 95 % = 1.15-3.18,  $p = 0.016$ ), con independencia de la RMD o RMF.<sup>17</sup>

Tras analizar una serie de 175 casos que se sometieron a RPBB (40 % con RMD, 42.5 % con RMF y 17.5 % de etiología mixta), se observó una asociación significativa entre un GVM intraoperatorio  $\geq 4.5$  mm Hg y la mortalidad a los 12 meses (HR = 2.33, IC 95 % = 1.11-4.88,  $p = 0.03$ ). El análisis multivariado reveló que el GVM intraoperatorio  $\geq 4.5$  mm Hg fue

el único predictor independiente de mortalidad (razón de momios = 1.70, IC 95 % = 0.95-3.05,  $p = 0.05$ ).<sup>10</sup>

Se estudiaron 76 pacientes que se sometieron a RPBB (38 % con RMD y 51 % con RMF y 11 % de etiología mixta). La presencia de un GVM posoperatorio  $> 5$  mm Hg se asoció a incrementos de 3.42 veces (HR = 3.42, IC 95 % = 1.08-10.87,  $p = 0.04$ ) en el riesgo de mortalidad por cualquier causa a un año.<sup>18</sup>

En un estudio de 864 pacientes que se sometieron a RPBB por RMF, el análisis multivariado identificó el GVM residual  $\geq 4$  mm Hg (HR = 1.54, IC 95 % = 1.14-2.08,  $p = 0.005$ ) como predictor independiente de eventos adversos tras dos años de seguimiento.<sup>11</sup>

Se revisó una cohorte de 260 pacientes que se sometieron a RPBB. Un GVM residual elevado  $> 5$  mm Hg pos-RPBB fue un predictor significativo de resultados adversos tanto en el análisis univariado (HR = 2.1, IC 95 % = 1.3-3.4,  $p = 0.003$ ) como en el multivariado (HR = 2.3, IC 95 % = 1.4-3.8,  $p = 0.002$ ).<sup>9</sup>

En un metaanálisis de siete estudios observacionales en los que participaron 2730 pacientes, se pudo observar que un GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg pos-RPBB en pacientes con RMD se asoció a un mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa y hospitalización por regurgitación cardíaca (HR = 1.37, IC 95 % = 1.03-1.84,  $p = 0.03$ ). Además, un GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg se asoció de manera independiente a la mortalidad por cualquier causa (HR = 1.38, IC 95 % = 1.08-1.76,  $p = 0.009$ ) (Tabla 2).<sup>19</sup>

### GVM medio elevado no influye en los resultados pos-RPBB en la RMF

No se encontró una asociación significativa entre un GVM elevado  $> 4.4$  mm Hg pos-RPBB y la aparición del objetivo primario (muerte por cualquier causa, reintervención quirúrgica, hospitalización por regurgitación cardíaca e implante de dispositivo de asistencia ventricular izquierda) en pacientes con RMF: HR = 0.87, IC 95 % = 0.63-1.22,  $p = 0.43$ ;<sup>16</sup> HR = 0.80, IC 95 % = 0.65-0.99,  $p = 0.04$ .<sup>15</sup>

No se encontró una asociación significativa entre un GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg pos-RPBB y un mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa y hospitalización por regurgitación cardíaca en pacientes con RMF (HR = 1.12, IC 95 % = 0.74-1.71).<sup>19</sup>

Entre los 250 pacientes con RMF, un GVM  $> 5$  mm Hg pos-RPBB no influyó negativamente en la mortalidad por cualquier causa ni en la hospitalización por regurgitación cardíaca a los dos años de seguimiento (Tabla 2).<sup>20</sup>

**Tabla 2. Estudios que evalúan el resultado con un gradiente medio elevado de la válvula mitral**

Variable	Patzelt <sup>15</sup>	Neuss <sup>9</sup>	Halaby <sup>20</sup>	Koell <sup>16</sup>	Yoon <sup>22</sup>	Cheng <sup>21</sup>	Oguz <sup>7</sup>	Özürk <sup>10</sup>	Hadjadj <sup>18</sup>	De Felice <sup>11</sup>
Valor de corte de GVM (mm Hg)	> 4.4	> 4.4	> 5	≥ 5	6	≥ 5	> 5	≥ 4.5	> 5	≥ 4
Incidencia de GVM elevado (%)	19	25	26	37	33	23.5	26	12	25	38.2
Composición del objetivo primario	Muerte, reintervención, DAVI	Muerte, reintervención, DAVI, falla procedimental	Muerte, HIC	Muerte, HIC	HIC	Muerte	Muerte	Muerte	Muerte	Muerte, HIC
Seguimiento (años)	2	2	5	2	1	1	1	1	1	2
Etiología	RMD/RMF	RMF	RMD	RMD/RMF	RMD/RMF	RMD/RMF	RMD/RMF	RMD/RMF	RMD/RMF	RMF
Resultado	Malo/sin impacto	Malo	Sin impacto	Malo/sin impacto	Sin impacto	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo

DAVI: implantación de dispositivo de asistencia ventricular izquierda; GVM: gradiente de la válvula mitral; HIC: hospitalización por insuficiencia cardíaca; RMD: regurgitación mitral degenerativa; RMF: regurgitación mitral funcional.

## GVM medio elevado no influye en los resultados pos-RPBB con independencia de su etiología

En un estudio prospectivo de 204 pacientes sometidos a RPBB se demostró que los pacientes con regurgitación mitral residual  $\leq 2+$  y un GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg tuvieron un riesgo significativamente reducido de hospitalización por regurgitación cardíaca a un año *versus* aquellos con regurgitación mitral residual  $> 2+$  (HR = 0.21, IC 95 % = 0.04-0.96,  $p = 0.044$ ). Estos hallazgos sugieren que lograr una regurgitación mitral residual  $\leq 2+$  a expensas de un GVM más alto  $\geq 5$  mm Hg podría ser una estrategia viable para reducir el riesgo de hospitalización por regurgitación cardíaca en pacientes sometidos a RPBB.<sup>21</sup>

En 419 pacientes sometidos a RPBB, el GVM elevado no se asoció de forma independiente con resultados adversos tras la RPBB en pacientes con insuficiencia mitral degenerativa primaria, como se demostró en el análisis univariado (HR = 1.36, IC 95 % = 0.93-1.99,  $p = 0.12$ ) y multivariado (HR = 1.22, IC 95 % = 0.82-1.83,  $p = 0.33$ ) (Tabla 2).<sup>22</sup>

## Relación entre GVM medio y regurgitación mitral residual pos-RPBB y su impacto en el resultado final

Los pacientes con regurgitación mitral residual  $\geq 2+$  y GVM bajo  $\leq 5$  mm Hg presentaron un mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa y hospitalización por regurgitación cardíaca (HR = 1.50, IC 95 % = 1.10-2.03,  $p = 0.01$ ) que aquellos con regurgitación mitral residual  $< 2+$  y un GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg.<sup>19</sup> Lograr una regurgitación mitral residual  $\leq 2+$  con un GVM elevado  $\geq 5$  mm Hg redujo el riesgo de hospitalización por regurgitación cardíaca en 79 % (HR = 0.21, IC 95 % = 0.04-0.96,  $p = 0.044$ ).<sup>21</sup> Un GVM elevado por sí solo no parece ser un factor determinante de resultados adversos en la RMD, pero su presencia junto con una regurgitación mitral residual  $\geq 2+$  sí puede influir negativamente en los resultados clínicos.<sup>22</sup> La combinación de un GVM  $< 5$  mm Hg y regurgitación mitral residual  $\geq 2+$  presentó una mayor tasa de hospitalización por regurgitación cardíaca o mortalidad a los dos años *versus* un GVM  $\geq 5$  mm Hg y regurgitación mitral residual  $< 2+$  (HR = 2.10, IC 95 % = 1.13-3.91,  $p = 0.017$ ).<sup>20</sup> Estos hallazgos sugieren que lograr una regurgitación mitral residual  $\leq 2+$  a costa de un GVM más alto  $\geq 5$  mm Hg podría ser una

estrategia viable para reducir el riesgo de hospitalización por regurgitación cardíaca en pacientes sometidos a RPBB.

## Experiencia quirúrgica en estenosis mitral tras reparación de la válvula mitral

La incidencia de estenosis mitral tras la reparación de la válvula mitral debe entenderse en el contexto de dos escenarios distintos. En primer lugar, la reparación de la válvula mitral en un contexto de RMD, donde la anuloplastia mitral no tiene como objetivo reducir el AVM. En segundo lugar, la anuloplastia restrictiva empleada en un contexto de RMF, que reduce deliberadamente el AVM y aumenta el GVM. No obstante, la estenosis mitral tras la reparación de la válvula mitral sigue estando poco documentada en la literatura, por lo que persiste incertidumbre sobre su impacto hemodinámico y clínico, así como sus implicaciones en los resultados de los pacientes.

La incidencia de estenosis mitral tras la reparación quirúrgica de la válvula mitral se ha descrito en 9 y 54 % de los pacientes, dependiendo de la etiología subyacente y la técnica quirúrgica empleada.<sup>23,24</sup> En una serie de 263 pacientes que se sometieron a una reintervención de la válvula mitral tras reparación quirúrgica de la válvula mitral, 14.5 % de las reoperaciones fueron por estenosis mitral.<sup>25</sup> El principio de la estenosis mitral funcional tras la reparación de la válvula mitral es análogo a la noción de un orificio valvular pequeño, caracterizado por el área del orificio efectivo indexado (iEOA), expresada en  $\text{cm}^2/\text{m}^2$  de superficie corporal. En consecuencia, en el caso de la válvula mitral, un  $\text{iEOA} \leq 1.25 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  se asocia a un mayor riesgo de insuficiencia cardíaca congestiva recurrente y supervivencia reducida, como demostró Mesana.<sup>26</sup> Además, la hipertensión pulmonar posoperatoria se asocia a un AVM pequeña y un GVM alto. En pacientes con AVM posoperatoria más reducida, representada por un desajuste prótesis-paciente ( $\text{iEOA} \leq 1.25 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ ), la supervivencia fue peor que en pacientes con AVM normal a uno, tres, cinco y 10 años: 91, 85, 78 y 65 % versus 95, 90, 86 y 75 %, respectivamente ( $p < 0.05$ ).<sup>27</sup>

## Estenosis mitral posoperatoria en la RMD

En un ensayo controlado aleatorizado que incluyó a 104 pacientes que se sometieron a reparación quirúrgica de la válvula mitral por RMD, Chan *et al.*<sup>28</sup> encontraron que el GVM en reposo en el seguimiento

de 12 meses fue de  $3.2 \pm 1.9 \text{ mm Hg}$  con posterior resección de las valvas, y de  $3.1 \pm 1.1 \text{ mm Hg}$  preservando las mismas con neocuerdas artificiales.

Chan *et al.*<sup>29</sup> demostraron que los pacientes con un GVM  $> 3 \text{ mm Hg}$  tras reparación de la válvula mitral tuvieron un impacto negativo en la capacidad máxima de ejercicio ( $p = 0.003$ ) en los análisis de regresión multivariados. En este mismo estudio se observó que pacientes con un GVM  $> 3 \text{ mm Hg}$  tras reparación de la válvula mitral presentaron presiones arteriales pulmonares sistémicas más elevadas en reposo y en máximo ejercicio, las cuales se asociaron a peores resultados.

Una cohorte de 792 pacientes se sometió a reparación de la válvula mitral por insuficiencia mitral degenerativa, con un seguimiento de  $11.6 \pm 5.8$  años. Un GVM elevado se definió como  $> 5 \text{ mm Hg}$  y se observó en 24 % de los pacientes. Tras 20 años de seguimiento (media de  $11.6 \pm 5.8$  años), el grupo con GVM  $> 5 \text{ mm Hg}$  mostró tasas menores de ausencia de fibrilación auricular de nueva aparición ( $73.0 \pm 5.6\%$  versus  $93.2 \pm 2.3\%$ ,  $p = 0.003$ ), supervivencia global ( $72.1 \pm 4.6\%$  versus  $85.6 \pm 4.3\%$ ,  $p = 0.010$ ) y reintervención de la válvula mitral ( $82.8 \pm 4.1\%$  versus  $92.5 \pm 4.2\%$ ,  $p = 0.019$ ) que el grupo con GVM  $\leq 5 \text{ mm Hg}$ .<sup>30</sup>

Entre los 602 pacientes que se sometieron a reparación mitral por RMD, 51 (8.5 %) presentaron un GVM  $> 5 \text{ mm Hg}$ , lo cual condujo a una presión arterial pulmonar sistémica elevada en reposo, empeoramiento del grado de regurgitación tricuspídea residual y fibrilación auricular de nueva aparición.<sup>31</sup> A su vez, Kainuma *et al.* encontraron que una presión arterial pulmonar sistémica posoperatoria  $> 40 \text{ mm Hg}$  se asoció fuertemente a eventos cardíacos adversos tras cirugía de la válvula mitral, tanto en el análisis univariado ( $\text{HR} = 5.2$ , IC 95 % = 2.6-10,  $p < 0.001$ ) como multivariado ( $\text{HR} = 4.6$ , IC 95 % = 2.3-9.3,  $p < 0.001$ ).<sup>32</sup>

## Estenosis mitral posoperatoria en la RMF

En un estudio retrospectivo de 24 pacientes que se sometieron a anuloplastia restrictiva por RMF, Magne *et al.* observaron que el GVM pasó de  $1.5 \pm 0.2 \text{ mm Hg}$  a  $6 \pm 2 \text{ mm Hg}$  ( $p < 0.001$ ), lo cual fue consistente con un incremento de la presión arterial pulmonar sistémica de  $31 \pm 11 \text{ mm Hg}$  a  $42 \pm 13 \text{ mm Hg}$  ( $p = 0.008$ ). La estenosis mitral tras la anuloplastia restrictiva se asoció a una mayor presión arterial pulmonar sistémica, así como a una menor capacidad funcional.<sup>33</sup>

Una cohorte de 40 pacientes con RMF fue tratada mediante anuloplastia restrictiva de la válvula mitral. Las valoraciones de seguimiento, realizadas en un período de  $25.9 \pm 15.5$  meses, revelaron un GVM en reposo de  $3.3 \pm 1.2$  mm Hg, que subió hasta  $7.8 \pm 4$  mm Hg en ejercicio.<sup>34</sup>

En contraposición, en una serie de 26 casos de injerto de derivación de la arteria coronaria y anuloplastia restrictiva de la válvula mitral, Bertrand *et al.* no encontraron impacto adverso en la supervivencia con un valor de corte de  $\text{GVM} \geq 5$  mm Hg en un seguimiento de  $28 \pm 15$  meses ( $p = 0.92$ ).<sup>24</sup>

Finalmente, los pioneros de la técnica quirúrgica de RPBB como Alfieri no citan explícitamente el GVM, sino que se refieren al AVM. Recomiendan dejar un AVM total de al menos  $2.5 \text{ cm}^2$  después de realizar la técnica para evitar estenosis mitral significativa.<sup>35,36</sup>

## Conclusiones

Aunque existe cierta evidencia que avala alcanzar niveles de regurgitación mitral residual  $\leq 2+$  a costa de un GVM más alto  $\geq 5$  mm Hg como estrategia viable, especialmente en pacientes con RMF sometidos a RPBB, la evidencia actual no basta para extraer conclusiones definitivas.

El Mitral Valve Academic Research Consortium considera que el éxito pos-RPBB consiste en reducir la regurgitación mitral a niveles óptimos o aceptables, caracterizada por un AVM  $\geq 1.5 \text{ cm}^2$ , un GVM  $< 5$  mm Hg y una regurgitación mitral residual  $\leq 2+$ , para evitar así la estenosis mitral significativa.<sup>8</sup> No obstante, Utsunomiya *et al.* encontraron que pos-RPBB, 40 % de los casos se clasificaron de manera discordante en la evaluación, ya que si bien tenían una AVM reducida  $< 2.0 \text{ cm}^2$  el GVM era normal ( $< 5$  mm Hg). Además, una AVM posoperatoria  $\leq 1.94 \text{ cm}^2$  resultó ser un predictor independiente de mortalidad por cualquier causa y de hospitalización por regurgitación cardíaca pos-RPBB (HR = 4.28, IC 95 % = 1.56-11.7,  $p = 0.005$ ).<sup>37</sup>

En este sentido, para resultados óptimos pos-RPBB se debe procurar una regurgitación mitral residual  $\leq 1+$ , un AVM  $> 2.0 \text{ cm}^2$ , un GVM  $< 5$  mm Hg y un tiempo de hemipresión  $< 100$  milisegundos tras la intervención, independientemente de la etiología de la regurgitación mitral.

Desafortunadamente, debido a la naturaleza de la intervención y la implicación de ambas valvas mitrales, el único tratamiento efectivo para los pacientes con estenosis mitral significativa y sintomática pos-RPBB es la intervención quirúrgica, que casi invariablemente

implica el reemplazo de la válvula mitral. De hecho, datos de publicaciones previas revelaron que entre 90 y 98 % de los pacientes reintervenidos por una intervención RPBB fallida finalmente requirieron reemplazo de la válvula mitral.<sup>13,14,38,39</sup>

Los conocimientos adquiridos tras décadas de experiencia quirúrgica con estenosis mitral han mejorado significativamente la comprensión de las posibles consecuencias de un GVM elevado pos-RPBB. Sin embargo, la información recopilada aquí subraya la necesidad de obtener más detalles y perspectivas adicionales, lo que permitirá tomar decisiones previstas que consideren las implicaciones a largo plazo de los abordajes elegidos.

## Financiamiento

Ninguno.

## Conflicto de intereses

El autor no tiene conflicto de intereses que declarar.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** El autor declara que para esta investigación no realizó experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** El autor declara que en este artículo no aparecen datos de pacientes. Además, el autor declara que reconoció y siguió las recomendaciones según las guías SAGER, dependiendo del tipo y naturaleza del estudio.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** El autor declara que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Uso de inteligencia artificial para generar textos.** El autor declara que no utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

## Bibliografía

1. Alfieri O. The genesis of the edge-to-edge technique. En: Alfieri O, De Bonis M, La Canna G, editores. Edge-to-edge mitral repair. From a surgical to a percutaneous approach. Switzerland: Springer International Publishing AG Switzerland; 2015. p. 1-6. DOI: 10.1007/978-3-319-19893-4\_1
2. Pandian NG, Kim JK, Arias-Godinez JA, Marx GR, Michelena HI, Chander Mohan J, *et al.* Recommendations for the use of echocardiography in the evaluation of rheumatic heart disease: a report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2023;36(1):3-28. DOI: 10.1016/j.echo.2022.10.009
3. Maganti K, Rigolin VH, Sarano ME, Bonow RO. Valvular heart disease: diagnosis and management. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(5):483-500. DOI: 10.4065/mcp.2009.0706.

4. Rahimtoola SH, Durairaj A, Mehra A, Nuno I. Current evaluation and management of patients with mitral stenosis. *Circulation*. 2002;106(10):1183-1188. DOI: 10.1161/01.cir.0000029210.14716.01
5. Vincens JJ, Temizer D, Post JR, Edmunds LH Jr, Herrmann HC. Long-term outcome of cardiac surgery in patients with mitral stenosis and severe pulmonary hypertension. *Circulation*. 1995;92(9 Suppl):II137-II142. DOI: 10.1161/01.cir.92.9.137
6. Carabello BA. Modern management of mitral stenosis. *Circulation*. 2005;112(3):432-437. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.532498
7. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3<sup>rd</sup>, Gentile F, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021;143(5):e35-e71. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000932
8. Stone GW, Adams DH, Abraham WT, Kappetein AP, Généreux P, Vranckx P, et al; Mitral Valve Academic Research Consortium (MVARC). Clinical trial design principles and endpoint definitions for transcatheter mitral valve repair and replacement: part 2: endpoint definitions: a consensus document from the Mitral Valve Academic Research Consortium. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66(3):308-321. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.05.049
9. Neuss M, Schau T, Isotani A, Pilz M, Schöpp M, Butter C. Elevated mitral valve pressure gradient after Mitraclip implantation deteriorates long-term outcome in patients with severe mitral regurgitation and severe heart failure. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10(9):931-939. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.12.280
10. Öztürk C, Sprenger K, Tabata N, Suguri A, Weber M, Nickenig G, et al. The predictive value of intraprocedural mitral gradient for outcomes after MitraClip and its peri-interventional dynamics. *Echocardiography*. 2021;38(7):1115-1124. DOI: 10.1111/echo.15126
11. De Felice F, Paolucci L, Musto C, Cifarelli A, Coletta S, Gabrielli D, et al. Outcomes in patients with high transmural gradient after mitral valve transcatheter edge-to-edge repair for mitral regurgitation. *Am J Cardiol*. 2022;182:46-54. DOI: 10.1016/j.amjcard.2022.07.036
12. Mack M, Carroll JD, Thourani V, Vemulapalli S, Squiers J, Manandhar P, et al. Transcatheter mitral valve therapy in the United States: a report from the STS/ACC TTV Registry. *Ann Thorac Surg*. 2022;113(1):337-365. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2021.07.030
13. Kaneko T, Newell PC, Nisivaco S, Yoo SGK, Hirji SA, Hou H, et al. Incidence, characteristics, and outcomes of reintervention after mitral transcatheter edge-to-edge repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2024;167(1):143-154.e6. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2022.02.060
14. Kaneko T, Hirji S, Zaid S, Lange R, Kempfert J, Conradi L, et al; CUTTING-EDGE Investigators. Mitral valve surgery after transcatheter edge-to-edge repair: mid-term outcomes from the CUTTING-EDGE International Registry. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14(18):2010-2021. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.07.029
15. Patzelt J, Zhang W, Sauter R, Mezger M, Nording H, Ulrich M, et al. Elevated mitral valve pressure gradient is predictive of long-term outcome after percutaneous edge-to-edge mitral valve repair in patients with degenerative mitral regurgitation (MR), but not in functional MR. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(13):e011366. DOI: 10.1161/JAHA.118.011366
16. Koell B, Ludwig S, Weimann J, Waldschmidt L, Hildebrandt A, Schofer N, et al. Long-term outcomes of patients with elevated mitral valve pressure gradient after mitral valve edge-to-edge repair. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(9):922-934. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.12.007
17. Oguz D, Padang R, Pislaru SV, Nkomo VT, Mankad SV, Alkhouri M, et al. Clinical predictors and impact of postoperative mean gradient on outcome after transcatheter edge-to-edge mitral valve repair. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;98(6):E932-E937. DOI: 10.1002/ccd.29867
18. Hadadj S, Freitas-Ferraz AB, Paquin A, Rouleau Z, Simard S, Bernier M, et al. Echocardiographic variables associated with transvalvular gradient after a transcatheter edge-to-edge mitral valve repair. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35(1):86-95. DOI: 10.1016/j.echo.2021.09.015
19. Du Y, Han H, Zhang T, Shen H, Han W, Jia S, et al. Prognosis of elevated mitral valve pressure gradient after transcatheter edge-to-edge repair: systematic review and meta-analysis. *Curr Probl Cardiol*. 2024;49(2):102095. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2023.102095
20. Halaby R, Herrmann HC, Gertz ZM, Lim S, Kar S, Lindenfeld J, et al. Effect of mitral valve gradient after MitraClip on outcomes in secondary mitral regurgitation: results from the COAPT trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14(8):879-889. DOI: 10.1161/j.jcin.2021.01.049
21. Cheng R, Dawkins S, Tat E, Makar M, Hussaini A, Makkar RR, et al. Relation of residual mitral regurgitation despite elevated mitral gradients to risk of heart failure hospitalization after MitraClip repair. *Am J Cardiol*. 2017;120(9):1595-1600. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.07.027
22. Yoon SH, Makar M, Kar S, Chakravarty T, Oakley L, Sekhon N, et al. Prognostic value of increased mitral valve gradient after transcatheter edge-to-edge repair for primary mitral regurgitation. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(9):935-945. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.01.281
23. Shabsigh M, Lawrence C, Rosero-Britt BN, Kumar N, Kimura S, Durda MA, et al. Mitral valve stenosis after open repair surgery for non-rheumatic mitral valve regurgitation: a review. *Front Cardiovasc Med*. 2016;3:8. DOI: 10.3389/fcvm.2016.00008
24. Bertrand PB, Gutermann H, Smeets CJ, Van Kerrebroeck C, Verhaert D, Vandervoort P, et al. Functional impact of transmural gradients at rest and during exercise after restrictive annuloplasty for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148(1):183-187. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.10.013
25. El-Eshmawi A, Sun E, Boateng P, Pandis D, Rimsukcharoenchai C, Anyanwu A, et al. Lessons from reoperations for mitral stenosis after mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;161(3):937-946. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.12.022
26. Mesana TG, Lam BK, Chan V, Chen K, Ruel M, Chan K. Clinical evaluation of functional mitral stenosis after mitral valve repair for degenerative disease: potential effect on surgical strategy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;146(6):1418-23; Discussion 1423-5. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.011
27. Lam BK, Chan V, Hendry P, Ruel M, Masters R, Bedard P, et al. The impact of patient-prosthesis mismatch on late outcomes after mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;133(6):1464-1473. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.12.071
28. Chan V, Mazer CD, Ali FM, Quan A, Ruel M, de Varennes BE, et al. Randomized, controlled trial comparing mitral valve repair with leaflet resection versus leaflet preservation on functional mitral stenosis: the CAMRA CardioLink-2 study. *Circulation*. 2020;142(14):1342-1350. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046853
29. Chan KL, Chen SY, Chan V, Hay K, Mesana T, Lam BK. Functional significance of elevated mitral gradients after repair for degenerative mitral regurgitation. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013;6(6):1041-1047. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000688
30. Kim JH, Lee SH, Joo HC, Youn YN, Yoo KJ, Chang BC, et al. Long-term clinical impacts of functional mitral stenosis after mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2021;111(4):1207-1215. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.07.030
31. Kawamoto N, Fujita T, Fukushima S, Shimahara Y, Kume Y, Matsumoto Y, et al. Functional mitral stenosis after mitral valve repair for type II dysfunction: determinants and impacts on long-term outcome. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2018;54(3):453-459. DOI: 10.1093/ejcts/ezy062
32. Kainuma S, Taniguchi K, Daimon T, Sakaguchi T, Funatsu T, Kondoh H, et al; Osaka Cardiovascular Surgery Research (OSCAR) Group. Does stringent restrictive annuloplasty for functional mitral regurgitation cause functional mitral stenosis and pulmonary hypertension? *Circulation*. 2011;124(11 Suppl):S97-S106. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.013037
33. Magne J, Sénéchal M, Mathieu P, Dumesnil JG, Dagenais F, Pibarot P. Restrictive annuloplasty for ischemic mitral regurgitation may induce functional mitral stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(17):1692-1701. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.11.082
34. Martín CE, Castaño M, Gómez-Plana J, Gualis J, Comendador JM, Iglesias I. Mitral stenosis after IMR ETlogix ring annuloplasty for ischemic regurgitation. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2012;20(5):534-538. DOI: 10.1177/0218492312439478
35. De Bonis M, Alfieri O. The edge-to-edge technique for mitral valve repair. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*. 2010;2(1):7-17.
36. Pozzolli A. Surgical indications and contraindications of the edge-to-edge. En: Alfieri O, De Bonis M, La Canna G, editores. *Edge-to-edge mitral repair. From a surgical to a percutaneous approach*. Switzerland: Springer International Publishing; 2015. p. 111-120. DOI: 10.1007/978-3-319-19893-4\_10
37. Utsunomiya H, Itabashi Y, Kobayashi S, Rader F, Hussaini A, Makar M, et al. Effect of percutaneous edge-to-edge repair on mitral valve area and its association with pulmonary hypertension and outcomes. *Am J Cardiol*. 2017;120(4):662-669. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.05.036
38. Chikwe J, O'Gara P, Fremen S, Sundt TM 3<sup>rd</sup>, Habib RH, Gammie J, et al. Mitral surgery after transcatheter edge-to-edge repair: Society of Thoracic Surgeons database analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(1):1-9. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.04.062
39. Zaid S, Avvedimento M, Vitanova K, Akansel S, Bhadra OD, Ascione G, et al; CUTTING-EDGE Investigators. Impact of mitral regurgitation etiology on mitral surgery after transcatheter edge-to-edge repair: from the CUTTING-EDGE registry. *JACC Cardiovasc Interv*. 2023;16(10):1176-1188. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.02.029