

# ANATOMÍA QUIRÚRGICA DE LA VÁLVULA MITRAL

*Relación de la válvula mitral con la arteria circunfleja y sus implicancias quirúrgicas*

## *Surgical Anatomy of the Mitral Valve*

*Mitral valve relationship with the circumflex artery and its surgical implications*

### RESUMEN

**Introducción:** El *Gold Standard* para la enfermedad de la válvula mitral es el tratamiento quirúrgico, para el cual es esencial tener un profundo conocimiento de su anatomía. El objetivo de nuestro trabajo es especificar la relación del anillo mitral con la arteria circunfleja, y definir áreas de proximidad y mayor riesgo de compromiso durante las intervenciones mitrales.

**Materiales y métodos:** Estudio descriptivo, observacional, transversal en el cual fueron disecados 39 corazones de cadáveres adultos previamente fijados en solución de formaldehído.

Desde una vista atrial de la válvula mitral, tomando el anillo mitral como referencia, se tomaron medidas utilizando la clasificación de Carpentier's de los sectores posteriores de la valva posterior mitral (P1, P2 y P3).

Distancia 1: desde la comisura anterolateral a la arteria circunfleja. Distancia 2: desde el tercio medio de P1 a la arteria. Distancia 3: desde el tercio medio de P2 a la arteria. Distancia 4: desde el tercio medio de P3 a la arteria.

**Resultados:** La media global de la distancia 1 fue 8,38 mm, la de la distancia 2 fue 8,16 mm, la de la distancia 3 fue 7,09 mm y la de la distancia 4 fue 7,97 mm.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la dominancia coronaria.

**Conclusión:** El área de mayor riesgo de injuria de la arteria circunfleja en relación con el anillo mitral corresponde al sector P2 de la valva posterior mitral. La dominancia coronaria izquierda y codominancia podrían asociar un mayor riesgo.

**Palabras clave:** *válvula mitral, vasos coronarios, procedimientos quirúrgicos cardíacos.*

### Autores:

Cubas S<sup>1,2</sup>; Villar A<sup>1</sup>; Rodríguez C<sup>1</sup>; Cajelli C<sup>1</sup>; Martínez S<sup>1</sup>; Kenny J<sup>1</sup>; Paganini J<sup>1,2</sup>; Armand Ugon G<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

<sup>2</sup>Centro Cardiovascular Universitario Hospital de Clínicas.

### Correspondencia:

Santiago Cubas

[cubassantiago@hotmail.com](mailto:cubassantiago@hotmail.com)

**ABSTRACT**

**Introduction:** The gold standard for mitral valve disease is surgical treatment, for which it is essential to have a deep understanding of its anatomy. Our work aims to specify the relationships of the mitral annulus with the circumflex artery and define areas of proximity and greater risk of compromise during mitral interventions.

**Material and methods:** A descriptive, observational, cross-sectional study was conducted, in which 39 hearts from adult cadavers fixed in formaldehyde solution were dissected. From an atrial view of the mitral valve, taking the mitral annulus as a reference, several measurements were taken using Carpentier's classification of the sectors of the posterior mitral valve (P1, P2, and P3). Distance 1: from the anterolateral commissure to the circumflex artery. Distance 2: from the middle third of P1 to the artery. Distance 3: from P2 to the artery. Distance 4: from P3 to the artery.

**Results:** The global mean of distance 1 was 8.38 mm, of distance 2 was 8.16 mm, of distance 3 was 7.09 mm, and of distance 4 was 7.97 mm. We found no statistically significant differences according to coronary dominance.

**Conclusion:** The area of highest risk of injury to the circumflex artery concerning to the mitral annulus corresponds to the P2 sector of the posterior mitral leaflet. Left dominance and codominance would be associated with a greater risk.

**Key words:** *Mitral Valve; Coronary Vessels; Cardiac Surgical Procedures.*

## INTRODUCCIÓN

La cardiopatía valvular es responsable de un 10-20% de intervenciones quirúrgicas cardíacas en EE. UU.<sup>1</sup>.

La mejoría en las técnicas quirúrgicas y el desarrollo de las técnicas percutáneas hacen que la reparación de las lesiones se considere cada vez con mayor precocidad, lo que contribuye no solo a aliviar los síntomas, sino también a preservar la función ventricular y mejorar la supervivencia y la calidad de vida de los pacientes<sup>2,4</sup>.

La válvula mitral puede verse afectada por estenosis o por insuficiencia. Con respecto a la estenosis mitral, en la mayoría de los casos es de origen reumático, y, por tanto, hoy en día poco frecuente<sup>4</sup>.

La insuficiencia mitral puede dividirse en dos grandes causas: primaria u orgánica y funcional o secundaria. La insuficiencia mitral secundaria se produce por un desequilibrio entre las fuerzas de cierre y de anclaje secundario a alteraciones en la geometría del ventrículo izquierdo. En la insuficiencia mitral primaria la causa inicial es a nivel de la válvula, se puede deber a diversas enfermedades que afectan directamente los componentes de la válvula mitral (velos, cuerdas tendinosas, músculos papilares). Hasta hace unas décadas, la causa más frecuente era la fiebre reumática. Actualmente, la etiología más común es la degenerativa, asociada a degeneración mixoide<sup>4,5</sup>.

El *Gold Standard* para el tratamiento de la valvulopatía mitral es el tratamiento quirúrgico. Dispositivos endovasculares pueden ser aplicados a pacientes con insuficiencia mitral secundaria que no se benefician del tratamiento quirúrgico y/o que presentan riesgo quirúrgico prohibitivo o son inoperables<sup>2,3,5</sup>.

Por lo tanto, resulta fundamental conocer profundamente la anatomía de la válvula mitral y las relaciones con el nodo AV, la arteria circunfleja y la vena cardíaca magna.

El objetivo de nuestro trabajo fue precisar las relaciones del anillo mitral con la arteria circunfleja, y definir zonas de proximidad y mayor riesgo de compromiso durante intervenciones mitrales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio anatómico descriptivo, de tipo observacional transversal, para el cual se utilizaron 39 corazones de cadáveres adultos de ambos sexos, fijados en solución de formaldehído. La edad de los donantes era de 55-65 años. Estos no presentaban patología cardiovascular, fueron excluidos aquellos que sí la presentaban.

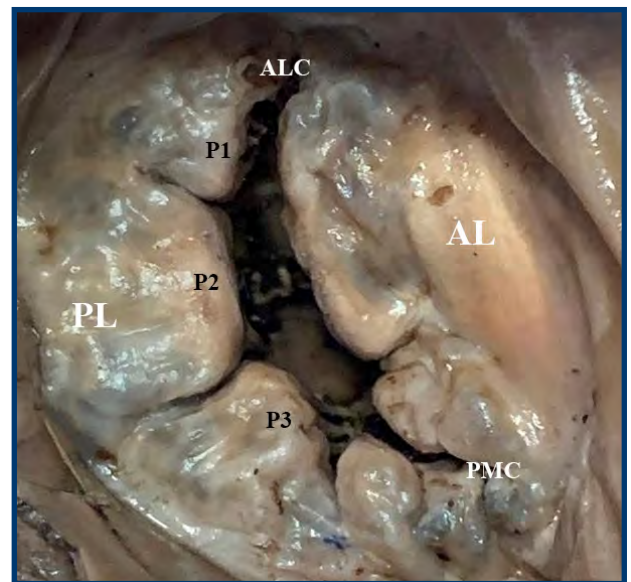
El abordaje del tórax se realizó mediante toracotomía lateral paramediana bilateral, y

posteriormente se extirpó el bloque cardiopulmonar. Se disecaron ambos hilios pulmonares y los grandes vasos supracardíacos. Concomitantemente, se realizó pericardiotomía en "T" invertida, se seccionaron las venas pulmonares intrapericárdicas, las venas cavas, vasos supraórticos, liberándose el corazón.

Una vez liberado el corazón, se realizó el abordaje de la aurícula izquierda (AI) mediante atriotomía izquierda vertical a nivel medio de la pared posterior de la AI, extensión lateral de las comisuras en dirección hacia las venas pulmonares. Ulteriormente, se extendió la incisión lateral inferior en paralelo al anillo mitral. De esta forma, se logró una mejor exposición de la cara auricular de la válvula mitral (VM).

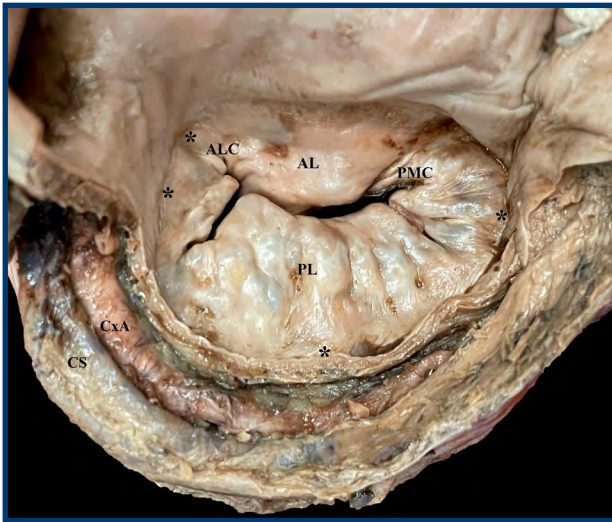
Se identificó la arteria circunfleja (A.cx) y su recorrido a través del surco coronario y sus ramas colaterales.

Desde una vista auricular de la VM y tomando el anillo mitral como el sitio desde donde se realizaría la toma de medida, se escogieron como sitios de medición la comisura anterolateral, los sectores de la valva posterior mitral P1, P2 y P3 de acuerdo con la clasificación de Carpentier (*Figura 1*).



**FIGURA 1.** Vista auricular de la válvula mitral en preparado cadavérico. AL: valva anterior. PL: valva posterior. ALC: comisura anterolateral. PMC: comisura posteromedial. P1: sector lateral de la valva posterior. P2: sector medio de la valva posterior. P3: sector medial de la valva posterior

Posteriormente se realizaron las siguientes medidas: desde la comisura anterolateral a la A.cx (distancia 1); desde el tercio medio de P1 a la A.cx (distancia 2); desde el tercio medio de P2 a la A.cx (distancia 3) y por último la distancia desde el tercio medio de P3 a la A.cx (distancia 4) (*Figuras 1, 2*).



**FIGURA 2.** Vista auricular de la válvula mitral en preparado cadavérico. Patrón de dominancia derecha. AL: valva anterior. PL: valva posterior. ALC: comisura anterolateral. PMC: comisura posteromedial. Cx.A: arteria coronaria circunfleja. CS: seno coronario. Los asteriscos indican los puntos de medida entre el anillo mitral y la arteria circunfleja.

La dominancia cardíaca fue definida de acuerdo a qué arteria coronaria originaba la arteria descendente posterior. En algunos corazones con dominancia derecha no fue posible tomar la medida de la arteria en relación con P2 y P3. Todas las medidas fueron realizadas con un calibre numérico milimetrado y por el mismo observador.

Las variables continuas fueron expresadas como *mean*, rango (mínimo-máximo) y desvío standard (DS). Variables categóricas, como números absolutos y porcentaje. Las distancias fueron comparadas en los cadáveres con dominancia cardíaca derecha e izquierda utilizando Mann-Whitney U test. Valor  $P < 0,05$  es considerado significativo.

## RESULTADOS

De los 39 corazones disecados, 33 presentaban dominancia coronaria derecha (85%), 5 dominancia coronaria izquierda (13%) y 1 codominancia (2%).

La media global de la distancia 1 (D1) fue de 8,38 mm; la de la distancia 2 (D2) fue 8,16 mm; la de la distancia 3 (D3) fue de 7,09 mm; la de la distancia 4 (D4) fue de 7,97 mm (Tabla 1).

En corazones con dominancia derecha, la media de D1 fue de 8,32 mm (rango 1-16 mm); la de la D2 fue de 8,25 mm (rango 2-15 mm); la de la D3 fue de 7,41 mm (rango 4-18 mm); y la de D4 fue de 8,63 mm (rango 3-15 mm).

En el caso de los corazones con dominancia derecha en los que sí fue posible medir D3 y D4, la arteria circunfleja alcanzaba la cara inferior del ventrículo izquierdo originando un ramo posteroventricular para la cara inferior.

En corazones con dominancia izquierda, la media de D1 fue de 9,40 mm (rango 3-11,5 mm); la de D2 fue de 7,60 mm (rango 2-11 mm); la de D3 fue de 5,20 mm (rango 2,5-11 mm); y la de D4 fue de 6,75 mm (rango 3-13 mm).

En el único caso de codominancia la media de D1 fue de 5,5; la de D2 fue de 8 mm; la de la de D3 fue de 9,5 mm; y la de D4 fue de 5 mm.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre corazones con dominancia coronaria derecha e izquierda (Tabla 2).

## DISCUSIÓN

El anillo mitral es parte del esqueleto fibroso central del corazón, y adquiere importantes relaciones con el nodo AV, la A.cx y con la vena cardíaca magna. El conocimiento anatómico preciso de estas relaciones es de enorme jerarquía durante la intervención de esta, con el fin de disminuir las complicaciones. La válvula mitral está compuesta por los velos anterior y posterior. El velo posterior se adhiere al anillo fibromuscular mitral en la base, ocupando  $\frac{2}{3}$  de este. Está dividido por 2 hendiduras definidas en 3 festones denominados P1, P2, y P3 de lateral a medial. El velo anterior ocupa  $\frac{1}{3}$  del anillo, y se divide en 3 festones A1, A2 y A3, que se corresponden a los festones 1, 2 y 3 de la valva posterior<sup>6</sup>. La A.cx, corre por el surco auriculoventricular izquierdo o coronario, estando en íntima relación con el anillo mitral. En su recorrido es acompañada por la vena cardíaca magna.

En el presente trabajo, el 85% de los corazones presentaron dominancia derecha; el 13%, dominancia izquierda, y 2%, codominancia. Pessa *et al.* (2004) describieron para un n de 85 corazones fijados con formaldehído las siguientes frecuencias relativas: 81,7% para dominancia derecha, 16,37% para codominancia y 2,35% para dominancia izquierda<sup>7</sup>. Asimismo, mediante angiotomografía preoperatoria, Caruso *et al.* (2020) encontraron para un total de 95 corazones, dominancia derecha en 80% de los casos, codominancia en 11% y dominancia izquierda en el 9%<sup>8</sup>. Los hallazgos son similares para las frecuencias de dominancia derecha. En cambio, Pessa y Caruso describen a la codominancia como más frecuente que la dominancia izquierda.

Virmani *et al.* (1982), en un estudio que incluyó 15 corazones cadavéricos, registraron en un plano anteroposterior, lateral a la orejuela izquierda, distancias promedio de 8,4 mm (6,0-11,5 mm) para dominancia derecha, 4,1 mm (3,0-6,5 mm) para dominancia izquierda y 5,5 mm (4,5-7,5 mm) para codominancia<sup>9</sup>. Estos resultados son similares a lo registrado en el presente trabajo, observándose

	N	Media	Mínimo	Máximo	DS
Distancia 1 (mm)	39	8,385	1,00	16,00	4,3626
Distancia 2 (mm)	38	8,158	2,00	15,00	3,4467
Distancia 3 (mm)	28	7,089	2,50	18,00	3,4455
Distancia 4 (mm)	17	7,971	3,00	15,00	4,0907

**TABLA 1.** Distancia entre el anillo mitral y la arteria coronaria circunfleja. Distancia 1: distancia de la comisura anterolateral a la A.Cx. Distancia 2: distancia del tercio medio de P1 a la A.Cx. Distancia 3: distancia del tercio medio de P2 a la A.Cx. Distancia 4: distancia del tercio medio de P3 a la A.Cx. DS: desvío *standard*.

	Dominancia derecha Media (DS)	Dominancia izquierda Media (DS)	Valor p
Distancia 1 (mm)	8,39 (4,53)	9,40 (6,60)	0,501
Distancia 2 (mm)	8,25 (3,41)	7,60 (4,39)	0,714
Distancia 3 (mm)	7,41 (3,41)	5,20 (3,55)	0,129
Distancia 4 (mm)	8,63 (4,17)	6,75 (4,35)	0,446

**TABLA 2.** Distancia comparativa entre corazones con dominancia derecha e izquierda. Distancia 1: distancia de la comisura anterolateral a la A.Cx. Distancia 2: distancia del tercio medio de P1 a la A.Cx. Distancia 3: distancia del tercio medio de P2 a la A.Cx. Distancia 4: distancia del tercio medio de P3 a la A.Cx. DS: desvío *standard*.

que la menor distancia entre A.cx y anillo mitral se encuentra en dominancia izquierda.

Pessa *et al.* (2004) registraron la menor distancia entre la comisura anterolateral y la A.cx con un valor promedio de 3,99 mm ( $\pm$  1,86 mm) en corazones con dominancia derecha, 3,56 mm ( $\pm$  1,63 mm) en corazones con codominancia y 4,09 y 3,69 mm para los dos corazones con dominancia izquierda<sup>7</sup>. Estos resultados difieren con los analizados en este trabajo, ya que la distancia global medida a nivel de la comisura anterolateral (distancia 1) fue la mayor observada 8,38

mm (1-16 mm). El sitio de menor distancia entre el anillo mitral y la A.cx fue a nivel de P2 (D3) con una media global de 7,09 mm (rango 2,5-18 mm), para dominancia derecha 7,41 mm (rango 4-18 mm), para la dominancia izquierda fue de 5,20 mm (rango 2,5-11 mm) y el único caso de codominancia fue 9,5mm. De todos modos, Pessa *et al.* (2004) propusieron que la susceptibilidad iatrogénica de la arteria circunfleja no está relacionada al patrón de dominancia.

Caruso *et al.* (2020) encontraron que la menor distancia entre el anillo mitral y la A.cx fue la zona

1 definida como la distancia entre la comisura anterolateral y el punto medio del festón P1, correspondiendo a un promedio global de 5,49 mm ( $\pm$  3,13 mm), de 5,9 mm ( $\pm$  3,2 mm) para dominancia derecha, de 3 mm ( $\pm$  2,1 mm) para dominancia izquierda y de 4,6 mm ( $\pm$  2,3 mm) para codominancia<sup>8</sup>. Sin embargo, cabe mencionar que dichos autores refieren que las diferencias halladas, en cuanto al patrón de dominancia, no fueron significativas.

Ghersin *et al.* (2013) estudiaron, mediante tomografía computada, las relaciones de los vasos coronarios respecto al anillo mitral y tricuspídeo. En dicho estudio observaron que la distancia mínima del anillo mitral a la A.Cx fue 6,4 mm ( $\pm$  2,1 mm). Los casos que presentaban dominancia cardíaca izquierda mostraron menores distancias respecto a los que presentaban dominancia cardíaca derecha 4,3 mm ( $\pm$  1,0 mm) vs. 6,5 mm ( $\pm$  2,0 mm). Además, presentaron un mayor porcentaje de casos en los que la distancia era menor a 5 mm. Con respecto a la topografía, evidenciaron que la porción inicial y media de la arteria es la que mayor proximidad adquiere con el anillo mitral, lateral al triángulo izquierdo, lo que corresponde a la zona de la comisura anterolateral<sup>10</sup>. Los hallazgos son comparables a los nuestros respecto a que los corazones con dominancia izquierda fueron los que presentaron menor distancia, no así respecto a la topografía.

El compromiso iatrogénico de la A.Cx es una rara complicación, pero con serias consecuencias de no realizarse diagnóstico y tratamiento precoces. Esta puede dañarse directamente cuando se pasan suturas a través del anillo mitral o indirectamente por tironeamiento de tejidos próximos a la misma que generan distorsión o *kinking* de la arteria. La localización de la lesión habitualmente es posterior a la comisura anterolateral y los primeros segmentos del velo posterior (P1 y P2), y se propone que la dominancia cardíaca izquierda sea un factor de riesgo. Por lo expuesto anteriormente, se recomienda previo a cualquier procedimiento valvular en adultos realizar una angiografía coronaria<sup>11,12</sup>.

Ziadi *et al.* (2013) reportaron el caso de una oclusión de A.Cx durante un procedimiento de plastia mitral. En dicho trabajo se hace referencia a que ocurre con mayor frecuencia en pacientes con dominancia izquierda y codominancia. En corazones con dominancia izquierda, la distancia media entre el anillo mitral y la A.Cx es 4,1 mm (rango 3-6,5mm), 5,5 mm (rango 4,5-7,5 mm) en codominancia, y 8,4 mm (rango 6-11,5 mm) en dominancia derecha. No se hace referencia a qué sector del anillo posterior es el que se encuentra más próximo a esta<sup>13</sup>. Las

distancias analizadas son concordantes a los valores hallados en nuestro trabajo.

Yavari *et al.* (2021) reportaron el caso de una paciente sometida a sustitución valvular mitral por una estenosis mitral severa, la cual presentaba en el postoperatorio inmediato un IAMCEST de cara inferior, se realiza CACG de emergencia que evidencia una oclusión en la parte media de A.Cx. Los mecanismos de injuria de la A.Cx posterior a una sustitución valvular mitral incluyen embolia aérea, compromiso de esta por una sutura, espasmo coronario, prótesis sobredimensionadas, excesiva resección de tejido valvular, y la excesiva proximidad de la A.Cx al anillo mitral especialmente en corazones con dominancia izquierda<sup>14</sup>.

Pettinari *et al.* (2015) describieron el caso de una lesión iatrogénica de A.Cx posterior a una plastia valvular mitral. En dicho caso, la A.Cx tenía un origen anómalo desde la arteria coronaria derecha (ACD) tomando relación próxima al anillo aórtico y al anillo anterior mitral<sup>15</sup>. Esta fue comprometida a nivel del anillo anterior mitral, por lo que a la hora de realizar una cirugía mitral se debe considerar también los casos en los que existen orígenes anómalos de la A.Cx.

Husain *et al.* (2019) realizaron un estudio retrospectivo acerca de la incidencia de la iatrogenia sobre la A.Cx durante la cirugía valvular mitral en un hospital en Arabia Saudita. De 1706 pacientes que fueron a cirugía mitral entre el año 2000-2016, 95 fueron evaluados mediante CACG postoperatoria por sospecha de lesión de A.Cx, en 9 (0,5%) se evidenció injuria de la A.Cx. De los 9 casos, todos sucedieron en cirugía de sustitución valvular, no así en plastia mitral<sup>16</sup>. La distribución de estos fue similar respecto al patrón de dominancia coronaria.

Arévalos *et al.* (2021) reportaron el caso de un paciente que sufre una oclusión aguda de A.Cx posterior a cirugía de plastia valvular mitral. En su análisis, como sugiere la bibliografía, mencionan que esta es más frecuente en dominancia izquierda y codominancia, donde la proximidad de la A.Cx es mayor con respecto a la comisura anterolateral y el anillo mitral posterior<sup>17</sup>.

Reconocemos como limitaciones de nuestro trabajo el hecho de haber sido realizado sobre corazones formolados. Este método de fijación cadavérica deshidrata los tejidos, lo que puede determinar alteraciones en las medidas respecto a tejidos frescos o el vivo. Debemos considerar también que las medidas tomadas se analizaron únicamente en el plano transverso no realizándose mediciones del anillo a la A.Cx en el plano vertical.

## CONCLUSIONES

El conocimiento anatómico de la válvula mitral y sus relaciones es esencial para disminuir complicaciones durante los procedimientos quirúrgicos y endovasculares.

El área de mayor riesgo de lesión de la arteria circunfleja en relación con el anillo mitral corresponde al sector P2 de la valva posterior.

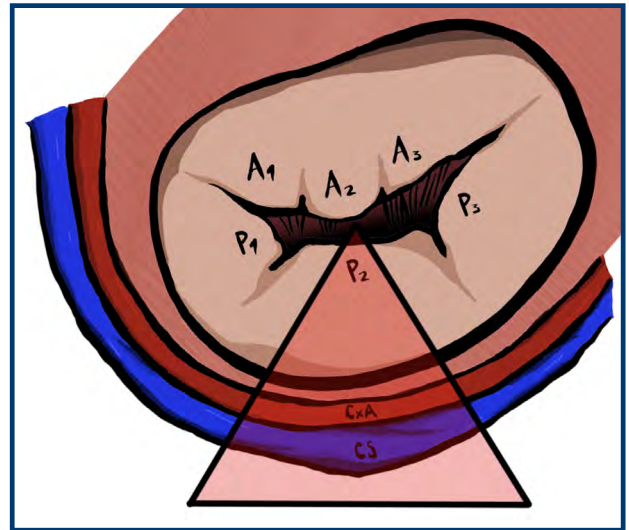
La dominancia izquierda y la codominancia asociarían mayor riesgo de compromiso vascular durante procedimientos quirúrgicos sobre la válvula mitral.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

### Agradecimientos

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a todos los donantes, que día tras día hacen posible la enseñanza y la investigación anatómica.



**FIGURA 3.** Representación esquemática de la válvula mitral (vista auricular) en relación con la arteria circunfleja y el seno coronario. A1: sector lateral de la valva anterior. A2: sector medio de la valva anterior. A3: sector medial de la valva anterior. P1: sector lateral de la valva posterior. P2: sector medio de la valva posterior. P3: sector medial de la valva posterior. Cx.A: arteria coronaria circunfleja. CS: seno coronario. Zona roja, área de mayor riesgo.

## DECLARACIÓN ÉTICA

Los autores declaran haber respetado los principios éticos que sustentan la investigación. En cuanto al consentimiento informado, los cadáveres en los que se realizaron las disecciones se obtuvieron de donantes voluntarios que expresaron su consentimiento por escrito, libre y voluntariamente, en vida. El Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de la República, cuenta con estos consentimientos informados que habilitan el uso de dichos cadáveres para tareas de docencia e investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E. Braunwald. Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular. Barcelona, España: Elsevier; 2016. 1446–1501 p.
2. De Bonis M, Al-Attar N, Antunes M, Borger M, Casselman F, Falk V, et al. Surgical and interventional management of mitral valve regurgitation: A position statement from the European society of cardiology working groups on cardiovascular surgery and valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2016;37(2):133–9.
3. Infante de Oliveira E. Introduction of percutaneous treatment for mitral regurgitation in Portugal. *Port J Cardiol*. 2015;34(9):525–7.
4. Tornos Mas P, Sitges Carreño M. Valvulopatías. En Rozman C, Cardellach F. Medicina interna. Volumen 1. 18th ed. Elsevier; 2016.
5. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Vol. 38, *European Heart Journal*. 2017. 2739–2786 p.
6. Carpentier A, Chauvaud S, Fabiani J, Al. E. Reconstructive surgery of mitral valve incompetence: ten-year appraisal. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1980 Mar;79(3):338-48.
7. Pessa CJN, Gomes WJ, Catani R, Prates JC, Buffolo E. Anatomical relationship between the posterior mitral valve annulus and the coronary arteries. Implications to operative treatment. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2004;19(4):372–7.
8. Caruso V, Shah U, Sabry H, Birdi I. Mitral valve annulus and circumflex artery: In vivo study of anatomical zones. *JTCVS Tech* [Internet]. 2020;4(December):122–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtct.2020.09.013>
9. Virmani R, Chun PKC, Parker J, McAllister HA. Suture obliteration of the circumflex coronary artery in three patients undergoing mitral valve operation. Role of left dominant or codominant coronary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 1982;84(5):773–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5223\(19\)38969-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5223(19)38969-X)
10. Ghersin N, Abadi S, Sabbag A, Lamash Y, Anderson RH, Wolfson H, et al. The three-dimensional geometric relationship between the mitral valvar annulus and the coronary arteries as seen from the perspective of the cardiac surgeon using cardiac computed tomography. *Eur J Cardio-Thorac Surg*. 2013;44(6):1123–30.
11. Tavilla G, Pacini D. Damage to the Circumflex Coronary Artery During Mitral Valve Repair With Sliding Leaflet Technique. *Ann Thorac Surg*. 1998;66:2091–3.
12. Grande AM, Fiore A, Massetti M, Viganò M. Iatrogenic circumflex coronary lesion in mitral valve surgery: Case report and review of the literature. *Texas Hear Inst J*. 2008;35(2):179–83.
13. Ziadi J, Mleyhi S, Denguir R, Khayati A. Iatrogenic occlusion of the circumflex artery and left ventricle pseudoaneurysm after mitral annuloplasty. *J Cardiol Cases* [Internet]. 2013;9(3):104–5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jccase.2013.10.013>
14. Yavari N, Ghorbanpour Landy M, Motevali Y, Tavousi Tabatabaei E, Mansourian S, Mohseni Badalabadi R, et al. Iatrogenic left circumflex coronary occlusion following mitral valve replacement surgery: A case report. *Clin Case Reports*. 2021;9(3):1534–8.
15. Pettinari M, Gutermann H, Van Kerrebroeck C, Dion R. Anomalous origin of the circumflex artery: An underestimated threat during mitral valve operation. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2015;100(4):1437–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.12.053>
16. Husain A, Alsanei A, Tahir M, Dahdouh Z, AlHalees Z, AlMasood A. Left circumflex artery injury postmitral valve surgery, single center experience. *J Saudi Hear Assoc* [Internet]. 2019;31(2):94–9. <https://doi.org/10.1016/j.jsha.2018.12.003>
17. Arévalos V, Ortega-Paz L, Pereda D, Sandoval E, Brugaletta S. Percutaneous Treatment of a Circumflex Artery Occlusion After Minimally Invasive Barlow Disease Mitral Valve Repair. *JACC Case Reports*. 2021;3(2):173–6.