

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMA DE POSGRADO EN
ESPECIALIDADES MÉDICAS

Protocolo institucional en la escogencia de pacientes candidatos a reparación quirúrgica
valvular en insuficiencia mitral o insuficiencia aórtica de la Caja Costarricense del
Seguro Social 2023

Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración del comité de la Especialidad
en Cardiología para optar por el grado y título de Especialista en Cardiología

Jimena Araya Vargas

2023

AGRADECIMIENTOS

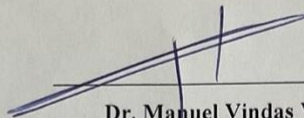
Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de estos 6 años y permitirme culminar esta etapa. También, a mis profesores de posgrado por las enseñanzas y consejos a lo largo de mi carrera.

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermana, por acompañarme y apoyarme a lo largo de este arduo camino, sin ellos esto no hubiera sido posible.

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Cardiología del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar por el posgrado y título de Especialista en Cardiología



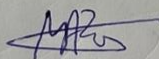
Dr. Manuel Vindas Villarreal

Especialista en Cardiología
Coordinador de Posgrado de Cardiología
Universidad de Costa Rica



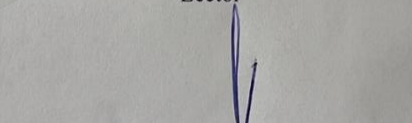
Dr. Eric Bogantes Pereira

Especialista en Cardiología
Tutor



Dr. Mario Bolaños Arrieta

Especialista en Cardiología
Lector



Jimena María Araya Vargas

Sustentante

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San Francisco de Dos Ríos, 12 de octubre 2023

A quien corresponda:

Por medio de la presente hago constar que leí y corregí el Trabajo Final de Graduación denominado: **“Protocolo institucional en la escogencia de pacientes candidatos a reparación quirúrgica valvular en insuficiencia mitral o insuficiencia aórtica de la Caja Costarricense del Seguro Social 2023”** elaborado por la estudiante **Jimena Araya Vargas**; para optar al grado y título de Especialista en Cardiología.

Corregí el trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que, una vez realizados los cambios recomendados, estará listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación.

Suscribe cordialmente,

**Kattia Elena
Barrientos
Quirós**

Firmado digitalmente
por Kattia Elena
Barrientos Quirós
Fecha: 2023.10.12
12:36:36 -06'00'

Bach. Kattia Elena Barrientos Quirós
Céd.: 1-13330834
Carné 160 Asociación Costarricense de Filólogos
Filóloga

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
METODOLOGÍA.....	4
CAPÍTULO 1:	
ANATOMÍA DE LA VÁLVULA MITRAL.....	5
CAPÍTULO 2:	
VALORACIÓN DE LA INSUFICIENCIA MITRAL	
1. CLASIFICACIÓN DE LA INSUFICIENCIA MITRAL.....	7
2. VALORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DE LA INSUFICIENCIA MITRAL.....	8
CAPÍTULO 3:	
INDICACIÓN QUIRÚRGICA DE LA INSUFICIENCIA MITRAL Y PREDICTORES DE FALLO	
1. INDICACIONES DE CIRUGÍA.....	12
2. PREDICTORES DE FALLO.....	12
CAPÍTULO 4:	
PROTOCOLO DE ESCOGENCIA DE PACIENTES CON INSUFICIENCIA MITRAL PARA REPARACIÓN QUIRÚRGICA.....	15
CAPÍTULO 5:	
ANATOMÍA DE LA VÁLVULA AÓRTICA.....	17
CAPÍTULO 6:	
VALORACIÓN DE LA INSUFICIENCIA AÓRTICA	
1. CLASIFICACIÓN DE LA INSUFICIENCIA AÓRTICA.....	18
2. VALORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DE LA INSUFICIENCIA AÓRTICA.....	19
CAPÍTULO 7:	
INDICACIÓN QUIRÚRGICA DE LA INSUFICIENCIA AÓRTICA.....	23
CAPÍTULO 8:	
PROTOCOLO DE ESCOGENCIA DE PACIENTES CON INSUFICIENCIA MITRAL PARA REPARACIÓN QUIRÚRGICA.....	24
CONCLUSIONES.....	26

BIBLIOGRAFÍA.....27

RESUMEN

La reparación valvular se ha convertido en una alternativa atractiva al remplazo valvular, ya que disminuye el riesgo de eventos trombóticos, de sangrado, endocarditis y degeneración de la válvula protésica. En los últimos 20 años ha habido un gran desarrollo quirúrgico en el manejo y reparación de las valvulopatías.

La finalidad de este documento es realizar una revisión bibliográfica de la información existente respecto a la reparación mitral y aórtica en el contexto de insuficiencia (criterios de severidad, reparabilidad y posible fallo posoperatorio) para con ello crear un protocolo que estandarice la metodología a seguir en la valoración ecocardiográfica de estas patologías, lo anterior con la intención de realizar una adecuada escogencia de los pacientes candidatos al procedimiento.

ABSTRACT

Valve repair has become an attractive alternative to valve replacement, since it reduces the risk of thrombotic events, bleeding, endocarditis, and prosthetic valve degeneration. In the last 20 years there has been a great surgical development in the management and repair of valve disease.

The purpose of this document is to carry out a bibliographical review of the existing information regarding mitral and aortic repair in the context of regurgitation (criteria for severity, reparability, and possible postoperative failure), and thereby create a protocol that standardizes the methodology to be followed in the echocardiographic assessment of these pathologies, with the intention of making an adequate selection of the patients who are candidates for the procedure.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la severidad de la insuficiencia mitral por ecocardiografía.....	10
Tabla 2. Mediciones específicas a realizar en la valoración quirúrgica de la válvula mitral.....	16
Tabla 3. Clasificación de la severidad de la insuficiencia aórtica por ecocardiografía.....	22
Tabla 4. Mediciones específicas a realizar en la valoración quirúrgica de la válvula aórtica.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Protocolo de escogencia de pacientes con insuficiencia mitral para reparación quirúrgica.....	15
Figura 2. Reparación orientada en la clasificación funcional de la insuficiencia aórtica...	19
Figura 3. Protocolo de escogencia de pacientes con insuficiencia aórtica para reparación quirúrgica.....	24

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Medición del ángulo <i>tenting</i> de P3.....	13
Ilustración 2. Medición de la distancia c-sept, valva mitral anterior y posterior.....	13
Ilustración 3. Definición de altura de coaptación, altura efectiva y altura geométrica.....	17
Ilustración 4. Tipo de válvula aórtica.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

A

ASE: *American Society of Echocardiography*

D

DTDVI: diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo

DTSVI: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo

E

EROA: *effective regurgitation orifice area*

ETE: ecocardiograma transesofágico

F

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo

FR: fracción regurgitante

L

LVA: longitud valva mitral anterior

LVP: longitud valva mitral posterior

M

ME: medio esofágico

O

OTSVI: obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo

P

PISA: *proximal isovelocity surface area*

T

TG: transgástrico

TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo

V

VI: ventrículo izquierdo

VMA: valva mitral anterior

VMP: valva mitral posterior

VolR: volumen regurgitante

INTRODUCCIÓN

La enfermedad valvular afecta a 1 de cada 50 personas en la población general y se asocia con un aumento de la morbi-mortalidad. Donde la insuficiencia mitral continúa siendo la segunda valvulopatía más frecuente y la insuficiencia aórtica un 13.3% de las valvulopatías izquierdas. Los métodos para preservar la válvula nativa han incrementado en los últimos 20 años con la finalidad de disminuir estas complicaciones. (Abeln *et al*, 2021) (Gheorghe *et al* 2021) (Steeds & Myerson, 2020)

Tanto una insuficiencia mitral como una insuficiencia aórtica severas no tratadas pueden llevar a sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo y, eventualmente, disfunción del mismo. Una intervención a tiempo puede no solo detener la sobrecarga ventricular, si no también favorecer un remodelado reverso del ventrículo izquierdo. (Flint *et al*, 2019) (Sabbagh *et al* 2018)

La reparación mitral es el *gold standard* en el manejo de la insuficiencia mitral severa porque esta aumenta la sobrevida a corto y largo plazo, preserva la función del ventrículo izquierdo, así como mejora la expectativa de vida y brinda mejores resultados en comparación con el remplazo mitral. (Coutinho & Antunes, 2021) Según el meta análisis de Fan *et al*, hay un beneficio en la supervivencia tanto temprana como tardía de los pacientes con insuficiencia mitral no isquémica que se someten a reparación en comparación con el remplazo valvular, con una menor tasa de reintervenciones. (Fan *et al*, 2021)

A diferencia de la insuficiencia mitral, todavía no hay indicaciones claras de cuáles pacientes son candidatos a reparación de la válvula aórtica secundario a insuficiencia. Esto se debe no solo a la variabilidad en el abordaje quirúrgico de la valvulopatía, sino también a la experiencia del centro. A la fecha hay poca evidencia que compare resultados entre pacientes sometidos a reparación versus remplazo aórtico en este contexto. Sin embargo, sí hay evidencia que en pacientes más jóvenes y con pocas comorbilidades tienen mejores resultados, lo cual podría guiar la terapia de reparación a pacientes de menor edad, lo cual

disminuye los riesgos de la anticoagulación en esta población (pacientes muy activos, mujeres en edad reproductiva). (Wong *et al*, 2019)

Para lograr óptimos resultados, se necesita una escogencia adecuada del paciente. Con la finalidad de facilitar la toma de decisiones, es importante adoptar un algoritmo basado en las mediciones ecocardiográficas, particularmente las transesofágicas, que unifique la examinación cualitativa y cuantitativa de la válvula mitral y aórtica. Este trabajo pretende realizar un protocolo, el cual permita un abordaje uniforme y estandarizado, así como el favorecer una adecuada comunicación entre el cardiólogo y el cirujano con toda la información disponible.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Crear un protocolo que estandarice el abordaje y escogencia de los pacientes portadores de insuficiencia mitral o insuficiencia aórtica candidatos a reparación quirúrgica.

Objetivos específicos:

1. Determinar las indicaciones en la reparación quirúrgica mitral.
2. Establecer las indicaciones en la reparación quirúrgica aórtica.
3. Identificar las características anatómicas que hacen favorable la reparación mitral y aórtica.
4. Identificar el papel de la ecocardiografía en predecir resultados adversos previo a la reparación quirúrgica valvular mitral y aórtica con base en las mediciones realizadas.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación empleada fue la revisión bibliográfica en la base de datos *PubMed*, para lo cual se emplearon los términos *MeSH*: *mitral valve repair*, *mitral regurgitation*, *mitral surgery*, *mitral echocardiography*, *aortic valve repair*, *aortic regurgitation*, *aortic surgery*, *aortic echocardiography*. El presente trabajo se basó en búsqueda, lectura y análisis de la información proveniente de artículos científicos de resumen, revisiones sistemáticas y meta-análisis.

CAPÍTULO 1: ANATOMÍA DE LA VÁLVULA MITRAL

El funcionamiento de la válvula mitral depende del funcionamiento coordinado de sus partes: anillo, dos valvas, músculos papilares, cuerdas tendíneas; y su interacción con el atrio y ventrículo izquierdo. (Gheorghe *et al* 2021)

El anillo es fibroso en la unión con la valva posterior, lo que hace este sector más susceptible a dilatarse o calcificarse. Anteriormente, no hay un anillo como tal, en su lugar se encuentra la cortina mitro-aórtica que se extiende desde el anillo aórtico hasta la base de la valva anterior. La porción anterior anular es virtualmente inmóvil, mientras que la porción posterior se mueve hacia el ápex en sístole. (Gheorghe *et al* 2021)

Además, éste es una estructura dinámica que cambia a lo largo del ciclo cardíaco: inicialmente, hay una disminución del diámetro antero-posterior que permite la coaptación previo al incremento de la presión en el ventrículo izquierdo. Posteriormente, se da un movimiento anular hacia el ápex con la reducción del eje largo del ventrículo izquierdo secundario a la contracción ventricular. Por último, la válvula se pliega en el diámetro intercomisural y acentúa la forma en silla de montar, lo que reduce el estrés a nivel de la superficie de las valvas. (Mantegazza *et al*, 2023)

El anillo mitral tiene una configuración en silla de montar, cuyo punto más alto se encuentra hacia la cara atrial, el punto más bajo en las comisuras y cambia a lo largo del ciclo cardíaco. El perímetro anular es de 125 mm y el área 675 mm², ambos en sístole. (Gheorghe *et al* 2021)

La válvula mitral además se conforma de 2 valvas, una anterior y otra posterior, divididas por las comisuras. La valva anterior abarca un tercio el perímetro anular y la valva posterior los restantes dos tercios. Su grosor normal es de 1-2 mm, pero con la edad puede aumentar hasta 4-5 mm. La valva posterior posee 2 indentaciones que la dividen en 3 festones (P1, P2 y P3). Las porciones de la valva anterior frente a estos festones se dividen en A1, A2 y A3. La longitud promedio de la valva anterior en su porción media (A2) es

de 23 mm, mientras que a nivel de P2 es aproximadamente 14 mm. Si la longitud de esta última aumentara más de 20 mm, aumenta el riesgo de movimiento anterior sistólico y debería reducirse de tamaño durante la reparación quirúrgica. Durante la diástole la valva anterior divide el ventrículo izquierdo en el tracto de entrada y el tracto de salida, mientras que la valva posterior se dirige hacia la pared posterior. En sístole, P2 está expuesto a mayor estrés, razón por la cual tiende a prolapsar más. (Gheorghe *et al* 2021)

Los músculos papilares, el antero-lateral y el postero-medial se insertan en la pared del ventrículo izquierdo, a un tercio del ápex. Cada uno puede estar asociado a una sola cabeza o un solo músculo asociarse a múltiples cabezas. Ambos se conectan a las valvas por medio de las cuerdas tendíneas. El músculo postero-medial está más asociado a isquemia. (Gheorghe *et al* 2021)

Las cuerdas tendíneas se dividen en 3 tipos. La primarias, las cuales se adhieren al borde libre de las valvas, las secundarias adheridas a la superficie ventricular de las valvas y las terciarias se encuentran en la posición posterior de las valvas y se adhieren directamente a la pared del ventrículo. La longitud de las cuerdas varía, no obstante, en promedio miden entre 10-15 mm. (Gheorghe *et al* 2021)

CAPÍTULO 2: VALORACIÓN DE LA INSUFICIENCIA MITRAL

1. Clasificación de la insuficiencia mitral

La insuficiencia mitral se puede clasificar según 2 métodos principales. La primera, si corresponde a una patología propia de la válvula o aparato subvalvular o si corresponde a una valvulopatía secundaria a cambios estructurales en el aparato valvular. Un tercio de las insuficiencias mitrales son de origen primario, mientras que los dos tercios restantes corresponden a insuficiencia mitral funcional o secundaria. (Can *et al*, 2022) La segunda manera de clasificarla es según el mecanismo de la lesión según la clasificación de Carpentier.

La insuficiencia mitral primaria corresponde a una patología secundaria a afectación primaria del aparato valvular mitral. La causa más común de insuficiencia primaria es la degeneración mixomatosa que abarca desde la degeneración fibroelástica con válvulas finas y prolapso generalmente focal y *flail* por ruptura de cuerdas; hasta la enfermedad de Barlow con valvas gruesas y redundantes asociado a uno o múltiples prolapso. Otras causas de insuficiencia mitral primaria son: las perforaciones valvulares, enfermedad reumática, radiación, enfermedad carcinomatosa o del tejido conectivo y calcificación del anillo mitral. (Sabbagh *et al* 2018)

La insuficiencia mitral secundaria resulta del aumento de tamaño del ventrículo o atrio izquierdo, así como de trastornos contráctiles, con aumento del anillo mitral y desplazamiento de los músculos papilares, por ende *tethering* de las valvas, que favorece la coaptación inadecuada. (Sabbagh *et al* 2018).

La clasificación de Carpentier es la herramienta más utilizada para describir los mecanismos de la insuficiencia mitral. El tipo I es una válvula con movimiento normal. El tipo II describe una válvula con movimiento excesivo sobre el plano anular. El III se refiere a restricción del movimiento, el IIIA ocurre durante todo el ciclo cardíaco y el IIIB

solo en sístole. Sin embargo, hay casos donde puede coexistir más de un mecanismo. (Gheorghe *et al* 2021)

2. Valoración ecocardiográfica de la insuficiencia mitral

La evaluación cuantitativa de la insuficiencia mitral es esencial en la práctica clínica debido a su valor pronóstico. Es uno de los primeros pasos en la toma de decisiones y es predictor clínico importante. La información obtenida por medio del ecocardiograma, tanto transtorácico como transesofágico, conforma la base en la toma de decisiones quirúrgicas, para evaluar si por las características de la lesión, el caso es idóneo para reparación o remplazo, así como la durabilidad del procedimiento.

Inicialmente, se realiza un abordaje 2D con el ecocardiograma transtorácico, donde el objetivo es valorar el mecanismo de la insuficiencia, lo anterior ya descrito previamente, y la severidad de la lesión. (Mahmood *et al*, 2022) El ecocardiograma transesofágico permite no solo una caracterización del mecanismo y severidad de la lesión, sino también permite valorar parámetros específicos de reparabilidad. El ecocardiograma 3D permite una mejor visualización anatómica y morfológica de la válvula mitral, esto favorece un mejor abordaje en la escogencia de pacientes candidatos a reparación quirúrgica. Las 3 preguntas que debería responder el estudio transesofágico son: mecanismo, severidad y elegibilidad para reparación. (Meucci & Delgado, 2022)

Los planos transesofágicos más importantes corresponden a: plano medio esofágico (ME) cuatro cámaras en 0 grados, 60 grados en plano bicomisural, 90 grados en vista de 2 cámaras, eje largo a 135 grados y plano transgástrico (TG) a 0 y 90 grados. Lo anterior es una guía, en tanto esto puede cambiar según la anatomía de cada paciente. Cada una de estas vistas debe ser realizada con y sin doppler, con color, pulsado y continuo; con la finalidad de determinar la severidad de la valvulopatía, así como la coexistencia de otra lesión valvular. (Meucci & Delgado, 2022)

Pasos en la valoración de la insuficiencia mitral: (Mahmood *et al*, 2022)

- a. Establecer la presencia de insuficiencia mitral

- b. Cuantificar la severidad de la insuficiencia. La cuantificación se basa en la guías del *American Society of Echocardiography* (ASE). Se recomienda el uso de múltiples parámetros para determinar la severidad de la lesión, ya que según la morfología de la misma, ciertos criterios pueden no ser valorables o verse limitados. En la cuantificación de la severidad de insuficiencia mitral existen métodos cualitativos y cuantitativos, sin embargo, el cálculo del orificio regurgitante efectivo mediante el PISA y el volumen regurgitante son los más empleados y respaldados. (Zoghbi *et al*, 2017) (Mantegazza *et al*, 2023) Hay múltiples estudios que corroboran que el tamaño del EROA está asociado a la mortalidad, desde EROA mayores a 20 mm² hay un incremento del mismo, siendo más notable en EROA mayores a 30 mm². (Antoine *et al*, 2018).

Tabla 1. Clasificación de la severidad de la insuficiencia mitral por ecocardiografía

Table 8 Grading the severity of chronic MR by echocardiography

	MR severity*			
	Mild	Moderate	Severe	
Structural				
MV morphology	None or mild leaflet abnormality (e.g., mild thickening, calcifications or prolapse, mild tenting)	Moderate leaflet abnormality or moderate tenting	Severe valve lesions (primary: flail leaflet, ruptured papillary muscle, severe retraction, large perforation; secondary: severe tenting, poor leaflet coaptation)	
LV and LA size ^f	Usually normal	Normal or mild dilated	Dilated ^g	
Qualitative Doppler				
Color flow jet area ^h	Small, central, narrow, often brief	Variable	Large central jet (>50% of LA) or eccentric wall-impinging jet of variable size	
Flow convergence ⁱ	Not visible, transient or small	Intermediate in size and duration	Large throughout systole	
CWD jet	Faint/partial/parabolic	Dense but partial or parabolic	Holosystolic/dense/ triangular	
Semiquantitative				
VCW (cm)	<0.3	Intermediate	≥0.7 (>0.8 for biplane) ^j	
Pulmonary vein flow ^k	Systolic dominance (may be blunted in LV dysfunction or AF)	Normal or systolic blunting ^l	Minimal to no systolic flow/ systolic flow reversal	
Mitral inflow ^{m,n}	A-wave dominant	Variable	E-wave dominant (>1.2 m/sec)	
Quantitative^{o,p,q}				
EROA, 2D PISA (cm ²)	<0.20	0.20-0.29	0.30-0.39	≥0.40 (may be lower in secondary MR with elliptical ROA)
RVol (mL)	<30	30-44	45-59 ^r	≥ 60 (may be lower in low flow conditions)
RF (%)	< 30	30-39	40-49	≥50

ROA, Regurgitant orifice area.

Boiled qualitative and semiquantitative signs are considered specific for their MR grade.

*All parameters have limitations, and an integrated approach must be used that weighs the strength of each echocardiographic measurement. All signs and measures should be interpreted in an individualized manner that accounts for body size, sex, and all other patient characteristics.

^fThis pertains mostly to patients with primary MR.

^gLV and LA can be within the "normal" range for patients with acute severe MR or with chronic severe MR who have small body size, particularly women, or with small LV size preceding the occurrence of MR.

^hWith Nyquist limit 50-70 cm/sec.

ⁱSmall flow convergence is usually <0.3 cm, and large is ≥ 1 cm at a Nyquist limit of 30-40 cm/sec.

^jFor average between apical two- and four-chamber views.

^kInfluenced by many other factors (LV diastolic function, atrial fibrillation, LA pressure).

^lMost valid in patients >50 years old and is influenced by other causes of elevated LA pressure.

^mDiscrepancies among EROA, RF, and RVol may arise in the setting of low or high flow states.

ⁿQuantitative parameters can help subclassify the moderate regurgitation group.

- c. Identificar el mecanismo de insuficiencia. De preferencia, este se debe caracterizar mediante el sistema de nomenclatura de Carpentier. En presencia de múltiples mecanismos, es necesario identificar el mecanismo dominante de la insuficiencia. (Mahmood *et al*, 2022) La identificación precisa de todas las lesiones responsables de la disfunción valvular es de suma importancia porque permite la selección de técnicas quirúrgicas apropiadas. La cirugía reconstructiva moderna de la válvula mitral se basa en tres objetivos principales: restaurar o preservar la movilidad adecuada de las valvas; asegurar una buena coaptación; y remodelar y estabilizar el anillo. (Coutinho & Antunes, 2021)
- d. Excluir contraindicaciones. Se deben descartar algunos escenarios no compatibles con la reparación.

- e. Identificar la enfermedad responsable del mecanismo. Por ejemplo determinar si corresponde a una enfermedad mixomatosa, es de causa isquémica, infecciosa, reumática, etc.

- f. Identificar los índices de remodelamiento en insuficiencia mitral de causa isquémica. La presencia de remodelado geométrico implica sobrecarga crónica significativa de volumen. Aunque los pacientes con insuficiencia mitral de causa isquémica generalmente son candidatos a remplazo mitral, existen algunos casos que los hacen candidatos favorables para reparación mitral, una escogencia selectiva en estos casos puede prevenir el fallo en la reparación y mejorar los resultados a largo plazo. Se realizarán ciertas mediciones, las cuales valorarán la severidad de la remodelación del ventrículo izquierdo.

- g. Excluir predictores de fallo. Las razones inmediatas de fallo en la reparación son: insuficiencia residual significativa, estenosis iatrogénica y obstrucción dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo secundario al movimiento anterior de la válvula mitral. Un predictor importante es un ventrículo izquierdo remodelado como se explicó previamente.

- h. Otros: entre otras mediciones adicionales. En el caso de ser necesaria anuloplastía amerita distancia intertrigonal, distancia intercomisural, longitud de A2. Además, se debe medir el tamaño del atrio izquierdo, función y tamaño de ambos ventrículos, así como la presión de la arteria pulmonar.

CAPÍTULO 3: INDICACIÓN QUIRÚRGICA DE LA INSUFICIENCIA MITRAL Y PREDICTORES DE FALLO

1. Indicaciones de cirugía:

La indicación de cirugía se da en aquellos pacientes sintomáticos con insuficiencia mitral severa primaria. Otras indicaciones se basan en: la presencia de disfunción o dilatación ventricular (FEVI <60% o DTSVI >40mm); la presencia de dilatación del atrio izquierdo (volumen >60 mm³/m² o diámetro >55mm); presión sistólica de la arteria pulmonar (>50 mmHg); y fibrilación atrial secundario a la insuficiencia mitral. (Vahanian *et al*, 2021) Incluso en aquellos pacientes asintomáticos sin disfunción ventricular, se puede considerar la reparación quirúrgica si la probabilidad de una cirugía exitosa es alta y el riesgo quirúrgico es bajo.

La cirugía mitral en insuficiencia secundaria ha demostrado mejorar los síntomas y la calidad de vida. Por ello la cirugía se ha indicado en aquellos pacientes con insuficiencia mitral severa y que se someterán a bypass coronario, o en quienes persisten sintomáticos pese a tratamiento médico óptimo. (Meucci & Delgado, 2022)

2. Predictores de fallo en la reparación de la válvula mitral

Anteriormente, se explicó la importancia del remodelado ventricular en la predicción de fallo en la reparación. Una altura *tenting* >1 cm y un área *tenting* >2.5 cm² se consideran evidencia de remodelado significativo del ventrículo izquierdo. Un ángulo *tenting* >29 grados de P3 implica remodelado significativo con una alta probabilidad de recurrencia de la insuficiencia mitral. Otros predictores corresponden a dilatación del ventrículo izquierdo, DTDVI >65 mm y DTSVI >51 mm. (Mahmood *et al*, 2022)

Otras mediciones pronósticas de fallo que son secundarias a obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo posterior a la reparación son: un radio entre la longitud de la valva anterior y la posterior <1.3; una distancia C-sept (distancia entre el punto de

coaptación de ambas valvas mitrales y el septum interventricular) <2.5 cm; ángulo mitro aórtico <120 grados; y una longitud de la valva mitral anterior y posterior >2 cm y >1.5 cm respectivamente. (Mahmood *et al*, 2022)

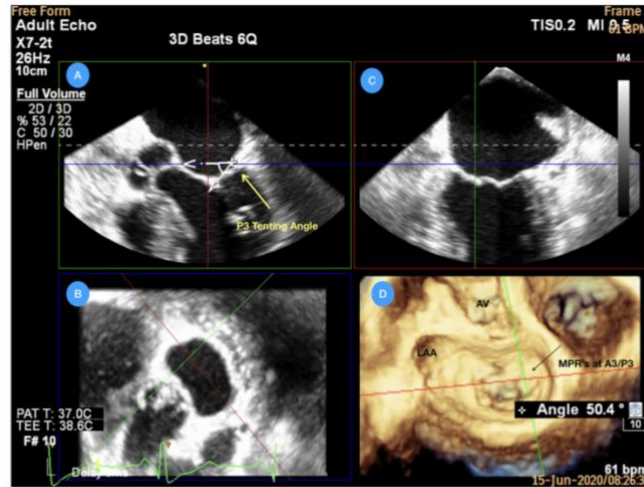


Fig. 12. Using multiplanar reformating software, the segment 3 of the anterior mitral valve leaflet/segment 3 of the posterior mitral valve leaflet (P3) region of the valve can be cut in orthogonal planes. Then, using a generic analysis tool, the P3 tenting angle can be measured. This measurement gives an indication of the degree of regional remodeling and a P3 tenting angle of $>29^\circ$ is indicative of extensive and irreversible regional remodeling and suggestive of a high likelihood of mitral regurgitation recurrence and an indication of primary replacement.

Ilustración 1. Medición del ángulo *tenting* de P3

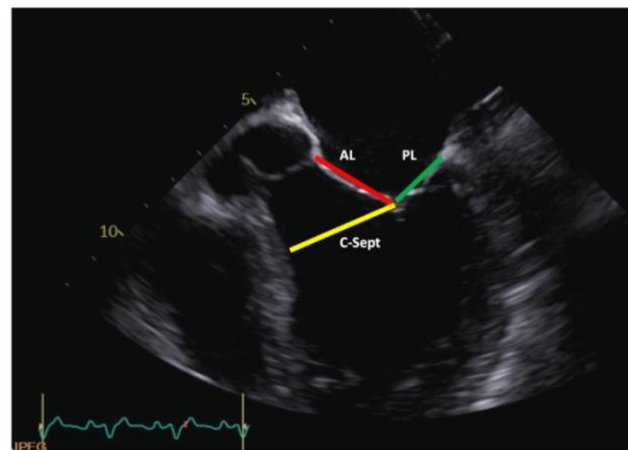


Fig. 13. Midesophageal five-chamber view used to assess for the risk of SAM and dynamic LVOT obstruction post-mitral valve repair. A C-Sept distance of <2.5 cm implies anterior displacement of the coaptation point resulting in an increased risk of SAM. AL:PL ratio represents the relative heights of both leaflets and also is used to assess for the risk of SAM. A ratio of <1.3 implies a tall posterior leaflet with resultant anterior displacement of the coaptation point and, hence, increasing the risk of SAM. AL, anterior leaflet; LVOT, left ventricular outflow tract; PL, posterior leaflet; SAM, systolic anterior motion.

Ilustración 2. Medición de la distancia c-sept, valva mitral anterior y posterior

Se deben descartar algunos escenarios no compatibles con la reparación, tales como: estenosis previa, destrucción de la valva, ruptura del músculo papilar que amerite cirugía de emergencia, enfermedad bivalva significativa. Debido a que la reparación disminuye

el área valvular, una calcificación anular mitral asociado a un gradiente transmitral >3 mmHg es considerada inapropiada para reparación. También cambios significativos asociados a enfermedad reumática. (Mahmood *et al*, 2022) (Mantegazza *et al*, 2023)

La presencia de calcificación en las valvas o aparato subvalvular disminuye la posibilidad de éxito en la reparación. No se puede realizar anuloplastia si hay calcificación importante anular. (Schaff & Nguyen, 2020)

En el caso de la insuficiencia secundaria existen algunos predictores de recurrencia o persistencia de la insuficiencia mitral severa, estos son: la profundidad de coaptación >1.5 cm, ángulo mitral de la valva posterior >45 grados, un ángulo mitral de la valva anterior >25 grados e índice de esfericidad >0.7 son determinantes en el fallo de la anuloplastia. (Hu *et al*, 2021)

CAPÍTULO 4. PROTOCOLO DE ESCOGENCIA DE PACIENTES CON
INSUFICIENCIA MITRAL PARA REPARACIÓN QUIRÚRGICA

Figura 1. Protocolo de escogencia de pacientes con insuficiencia mitral para reparación quirúrgica

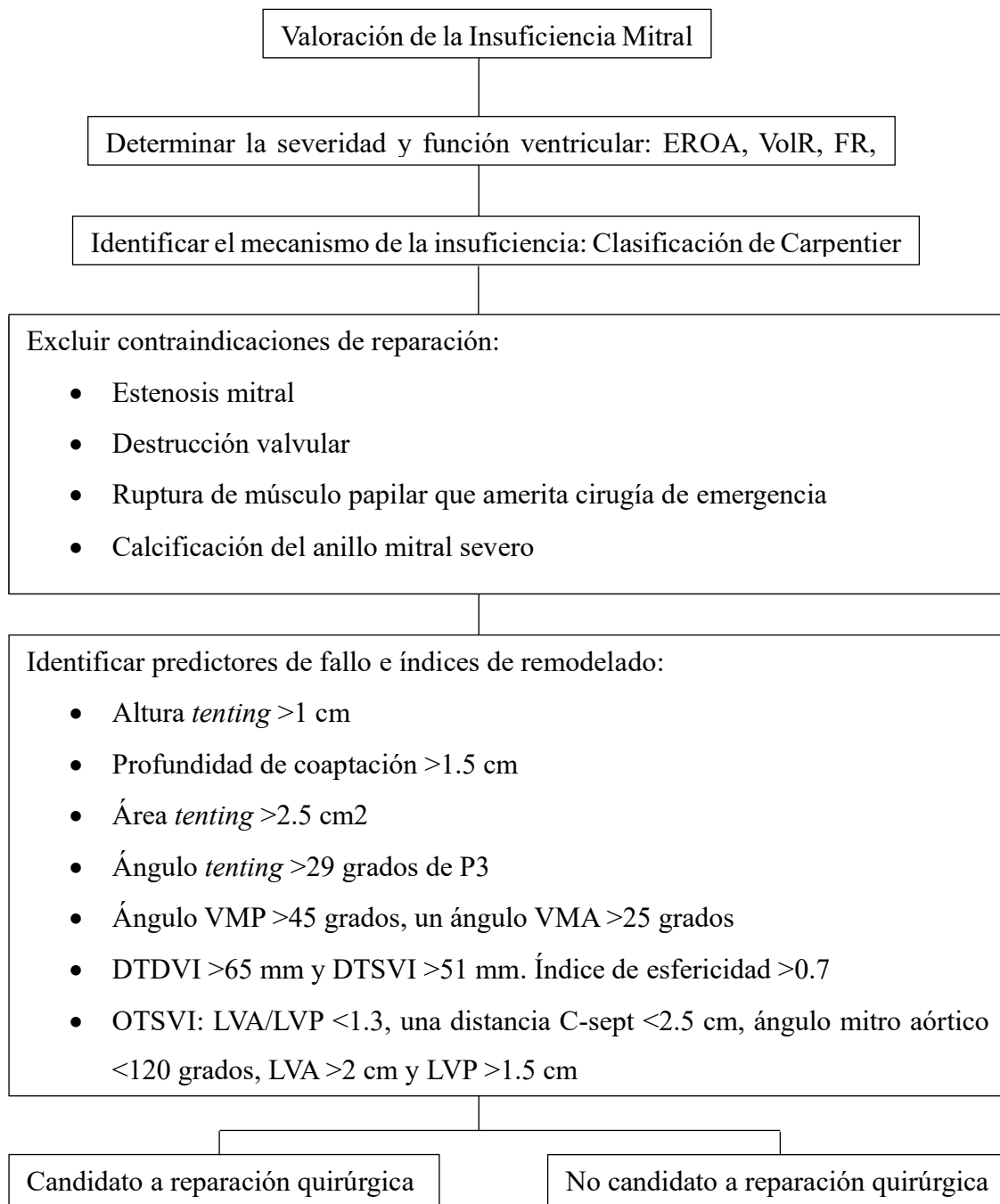


Tabla 2. Mediciones específicas a realizar en la valoración quirúrgica de la válvula mitral

Parámetro	Medida	Plano	Significado	Implicación quirúrgica
Altura <i>tenting</i>	Distancia perpendicular al anillo mitral y la coaptación de ambas valvas mitrales	Eje largo y 4 cámaras	>1 cm	Remodelado ventricular
Área <i>tenting</i>	Área triangular entre el anillo mitral y ambas valvas mitrales en sístole	Eje largo y 4 cámaras	>2.5 cm ²	Remodelado ventricular
Ángulo <i>tenting</i> P3	Ángulo entre el anillo mitral y P3	Eje largo	>29 grados	-Alta probabilidad de recurrencia -Necesidad de remplazo mitral
Distancia C-sept	Distancia entre el punto de coaptación mitral y la distancia perpendicular del septum, al final de la sístole	Eje largo	<2.5 cm	Probabilidad del obstrucción del tracto de salida del VI
VMA/VMP	Del anillo mitral al punto de coaptación al final de la sístole	Eje largo	<1.3	Probabilidad del obstrucción del tracto de salida del VI
Ángulo mitroaórtico	Ángulo entre la línea perpendicular del anillo mitral y el anillo aórtico	Eje largo	<120 grados	Probabilidad del obstrucción del tracto de salida del VI

CAPÍTULO 5: ANATOMÍA DE LA VÁLVULA AÓRTICA

El funcionamiento adecuado de la válvula aórtica depende de la interacción de sus cúspides con el anillo aórtico funcional. El anillo aórtico funcional se compone de la unión sinotubular, el anillo aórtico donde se insertan las cúspides y la unión ventrículo-aórtica. La anatomía y función de cada cúspide depende de 3 características geométricas: la altura geométrica, la altura efectiva y la longitud del margen libre. El margen libre es el margen que participa en la coaptación y generalmente se alarga y prolapsa en la insuficiencia aórtica crónica. La longitud del margen libre normal se encuentra entre los 32-34 mm. (Guo & Boodhwani, 2019)

La altura efectiva corresponde a la distancia entre el margen libre central y la línea de inserción aórtica en diástole, esta va generalmente entre los 7-12 mm, una longitud <9mm es un factor de riesgo de reintervención. Ahora bien la altura geométrica es la mayor distancia entre el nadir de la cúspide al centro del margen libre, esta se asocia a la altura del paciente. La retracción de las cúspides corresponde a una altura geométrica <16 mm para válvulas tricúspides y <19 mm para válvulas bicúspides. (Guo & Boodhwani, 2019)

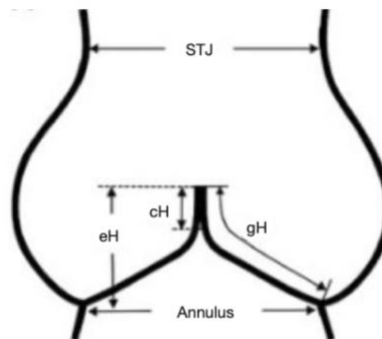


Figure 2 Definition of coaptation height (cH), effective height (eH) and geometric height (gH) of aortic valve cusps. STJ, sinotubular junction.

Ilustración 3. Definición de altura de coaptación, altura efectiva y altura geométrica

CAPÍTULO 6: VALORACIÓN DE LA INSUFICIENCIA AÓRTICA

1. Clasificación de la insuficiencia aórtica

La etiología de la insuficiencia aórtica se puede dividir en anormalidades primarias, las cuales abarcan las cúspides de la válvula, o secundarias que corresponden a anormalidades de las estructuras de soporte (anillo o raíz aórtica). La causa más frecuente de insuficiencia aórtica es por degeneración aterosclerótica de la válvula, especialmente en presencia de válvula bicúspide (0.5-2%). La válvula bicúspide también suele asociarse a aortopatía, esta se manifiesta como dilatación de la raíz aórtica o aorta ascendente proximal, lo que puede contribuir con una insuficiencia aórtica secundaria. Otras causas de insuficiencia, ya sea primaria o secundaria, son: congénitas, infecciosas, reumáticas, inducida por drogas, iatrogénicas, entre otras. (Flint *et al*, 2019)

Existe también el fenotipo aórtico de la insuficiencia que se divide en 3 categorías (Berrebi *et al*, 2019):

- a. Raíz y aorta ascendente normales: diámetros aórticos <40 mm con insuficiencia aórtica aislada.
- b. Dilatación de la raíz aórtica: senos de Valsalva >45 mm.
- c. Aneurisma de la aorta ascendente: raíz aórtica <40 mm, aorta ascendente >45 mm.

También existe la clasificación funcional de la insuficiencia aórtica, la cual determina no solo el mecanismo de la lesión, sino también el tipo de reparación a la que será sometido el paciente.(Guo & Boodhwani, 2019):

Figura 2. Reparación orientada en la clasificación funcional de la insuficiencia aórtica

AI Class	Type I Normal cusp motion with FAA dilatation or cusp perforation				Type II	Type III
	Ia	Ib	Ic	Id	Cusp Prolapse	Cusp Restriction
Mechanism						
Repair Technique (Primary)	STJ remodeling Ascending aortic graft	Aortic Valve sparing: Reimplantation or remodeling with VAJ annuloplasty	VAJ annuloplasty	Patch Repair Autologous or bovine pericardium	Prolapse Repair • Free margin plication • Triangular resection • Free margin resuspension • Patch	Leaflet Repair • Shaving • Decalcification • Patch
(Secondary)	VAJ annuloplasty		STJ annuloplasty	VAJ annuloplasty	VAJ annuloplasty	VAJ annuloplasty

Figure 2. Updated repair-oriented functional classification of aortic insufficiency with description of disease mechanisms and repair techniques used; the main update involves the replacement of SCA with VAJ annuloplasty due to the superior stability of the latter.⁶ FAA, functional aortic annulus; SCA, subcommissural annuloplasty; STJ, sinotubular junction; VAJ, ventriculo-aortic junction. Reproduced and modified with permission from the authors.

- a. En los tipos Ia, Ib que se deben a dilatación del anillo o la raíz aórtica, se reparan al reemplazar la raíz aórtica y conservar la válvula nativa. Si hay dilatación del anillo se puede realizar anuloplastía. En el caso del Ic se realiza únicamente anuloplastía.
- b. En el tipo Id debido a perforación de las cúspides, generalmente se emplea un parche pericárdico para reparar el defecto. El uso de parche pericárdico se ha asociado a malos resultados en la reparación aórtica.
- c. En el tipo II por prolapso de la cúspide, se realiza plicatura del prolapso o resuspensión del margen libre de la cúspide.
- d. En la tipo III, secundario a restricción de la cúspide, se puede decalcificar si este es el mecanismo de la lesión, de lo contrario no se recomienda realizar la reparación en este tipo de casos.

2. Valoración ecocardiográfica de la insuficiencia aórtica

Para la cuantificación de la severidad de la insuficiencia aórtica se amerita la integración de parámetros cuantitativos, semicuantitativos y cualitativos. La valoración de la severidad de la insuficiencia aórtica conlleva una mayor dificultad en comparación a la insuficiencia mitral. Esto debido a que la vista en la cual se puede valorar mejor el *jet* es en paraesternal eje largo, donde el PISA es perpendicular al ángulo del transductor. En pacientes con chorros excéntricos, calcificación severa o anomalías congénitas de la válvula, el carácter asimétrico del orificio regurgitante puede disminuir la exactitud por el método de PISA. En relación con lo anterior, existen otros parámetros, como el tiempo de hemipresión, sin embargo, se puede ver afectado por la compliance del ventrículo izquierdo. En el caso del flujo diastólico reverso en la aorta descendente medido por ecocardiograma, se correlaciona adecuadamente con la medición realizada con resonancia magnética, la cual a su vez se asocia a $\text{VolR} > 50 \text{ ml}$ y por ende a severidad. (Hlubocká *et al*, 2022) (Steeds & Myerson, 2020)

En el caso de las válvulas bicúspides también se debe tomar en consideración el ángulo de las comisuras. Existen los siguientes tipos de configuraciones: tricúspide es simétrico $120^\circ/120^\circ/120^\circ$; en la válvula bicúspide puede ser $\leq 140^\circ/220^\circ$, $\geq 140^\circ/220^\circ$; y simétrica a $180^\circ/180^\circ$. Para pacientes con una orientación $\leq 140^\circ/220^\circ$, la reparación debe intentar restaurar un ángulo comisural de $120^\circ/120^\circ/120^\circ$; pero en válvulas con una orientación comisural de $\geq 140^\circ/220^\circ$, se debe intentar lograr una orientación $180^\circ/180^\circ$. (Guo & Boodhwani, 2019)

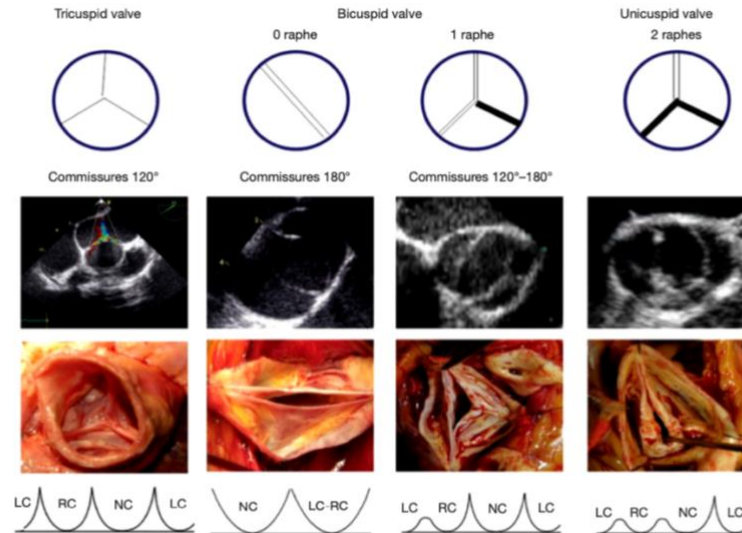


Figure 1 Valve type including commissural orientation and variation of aortic annulus morphology in relation to the leaflet insertion line. LC, left coronary; NC, noncoronary; RC, right coronary.

Ilustración 4. Tipo de válvula aórtica

La valoración de las cúspides junto con sus mediciones respectivas se recomienda realizarlas con ETE 3D en diástole porque esta permite una adecuada alineación de las mismas. Se debe realizar además la medición del anillo (diámetro, área), TSVI, senos de Valsalva, unión sinotubular y aorta ascendente en plano seccional 3D, con la finalidad de descartar aortopatía asociada. (Hagendorff *et al*, 2019)

Las vistas en 2D del ecocardiograma transesofágico para obtener las mediciones apropiadas son: medio-esofágico eje corto (45° - 60°), medio-esofágico eje largo (130° - 140°) y transgástrico profundo (0 - 15°). (Berrebi *et al*, 2019)

Los pasos en el abordaje de la valvulopatía aórtica (Berrebi *et al*, 2019) son:

- a. Definir fenotipo aórtico y mediciones de la raíz: medir anillo, senos de Valsalva, unión sinotubular, aorta ascendente.
- b. Distinguir la etiología y mecanismo de la insuficiencia: abarca desde la clasificación funcional de la insuficiencia aórtica, hasta cuantificar el número de cúspides. En el caso de válvula bicúspide, basarse en la clasificación de Sievers, además de determinar la orientación de las comisuras (simetría).

- c. Cuantificar la severidad de la valvulopatía. La cuantificación se basa en la guías del *American Society of Echocardiography* (ASE). Se recomienda el uso de múltiples parámetros para determinar la severidad de la lesión, ya que según la morfología de la misma, ciertos criterios pueden no ser valorables o verse limitados. (Zoghbi *et al*, 2017)

Tabla 3. Clasificación de la severidad de la insuficiencia aórtica por ecocardiografía

	AR severity		
	Mild	Moderate	Severe
Structural parameters			
Aortic leaflets	Normal or abnormal	Normal or abnormal	Abnormal/flail, or wide coaptation defect
LV size	Normal¹	Normal or dilated	Usually dilated ¹
Qualitative Doppler			
Jet width in LVOT, color flow	Small in central jets	Intermediate	Large in central jets; variable in eccentric jets
Flow convergence, color flow	None or very small	Intermediate	Large
Jet density, CW	Incomplete or faint	Dense	Dense
Jet deceleration rate, CW (PHT, msec) ²	Incomplete or faint Slow, >500	Medium, 500-200	Steep, <200
Diastolic flow reversal in descending aorta, PW	Brief, early diastolic reversal	Intermediate	Prominent holodiastolic reversal
Semiquantitative parameters³			
VCW (cm)	<0.3	0.3-0.6	>0.6
Jet width/LVOT width, central jets (%)	<25	25-45	46-64
Jet CSA/LVOT CSA, central jets (%)	<5	5-20	21-59
Quantitative parameters³			
RVoI (mL/beat)	<30	30-44	45-59
RF (%)	<30	30-39	40-49
EROA (cm ²)	<0.10	0.10-0.19	0.20-0.29

PHT, Pressure half-time; PW, pulsed wave Doppler.
 Bolded qualitative and semiquantitative signs are considered specific for their AR grade. Color Doppler usually performed at a Nyquist limit of 50-70 cm/sec.
¹Unless there are other reasons for LV dilation.
²Specific in normal LV function, in absence of causes of volume overload. Exception: acute AR, in which chambers have not had time to dilate.
³PHT is shortened with increasing LV diastolic pressure and may be lengthened in chronic adaptation to severe AR.
⁴Quantitative parameters can subclassify the moderate regurgitation group.

- d. Excluir contraindicaciones: calcificación o fibrosis severa de las cúspides o de la raíz, infección activa valvular, restricción en la movilidad de las cúspides. (Antoniou *et al*, 2018)
- e. Medición de parámetros específicos y su impacto en la reparación (Berrebi *et al*, 2019):
1. Un anillo >25 mm amerita anuloplastía.
 2. Un prolapso, es decir una altura efectiva <9 mm, implica necesidad de resuspensión o necesidad de plicatura.
 3. Una altura de coaptación >5 mm implica durabilidad de la reparación.
 4. Lesiones asimétricas en válvula bicúspide implican necesidad de simetrización de las comisuras.
 5. La retracción de cúspides es una lesión poco favorable para la reparación, altura geométrica <16 mm en válvula tricúspide y <19 mm en válvula bicúspide.

CAPÍTULO 7: INDICACIÓN QUIRÚRGICA DE LA INSUFICIENCIA AÓRTICA

Todavía no existen pautas claras respecto a cuáles pacientes tienen indicación de reparación aórtica, sin embargo, debe valorarse en pacientes jóvenes con pocas comorbilidades, en quienes se han documentado mejores resultados. La indicación quirúrgica está dada para: pacientes sintomáticos con insuficiencia severa; en asintomático con insuficiencia severa pero disfunción ventricular (FEVI <50%) o dilatación (DTSVI >50 mm, DTDVI >65 mm); e insuficiencia moderada o severa que se someterá a otra cirugía cardíaca. Otro grupo de pacientes que se someten a cirugía con preservación de la válvula son aquellos con patología de la raíz aórtica o aorta ascendente y con diferentes grados de patología valvular. En este caso la indicación de la intervención depende del tamaño aórtico. (Antoniou *et al*, 2018) (Vahanian *et al*, 2021)

CAPÍTULO 8: PROTOCOLO DE ESCOGENCIA DE PACIENTES CON
INSUFICIENCIA AÓRTICA PARA REPARACIÓN QUIRÚRGICA

Figura 3. Protocolo de escogencia de pacientes con insuficiencia aórtica para reparación quirúrgica

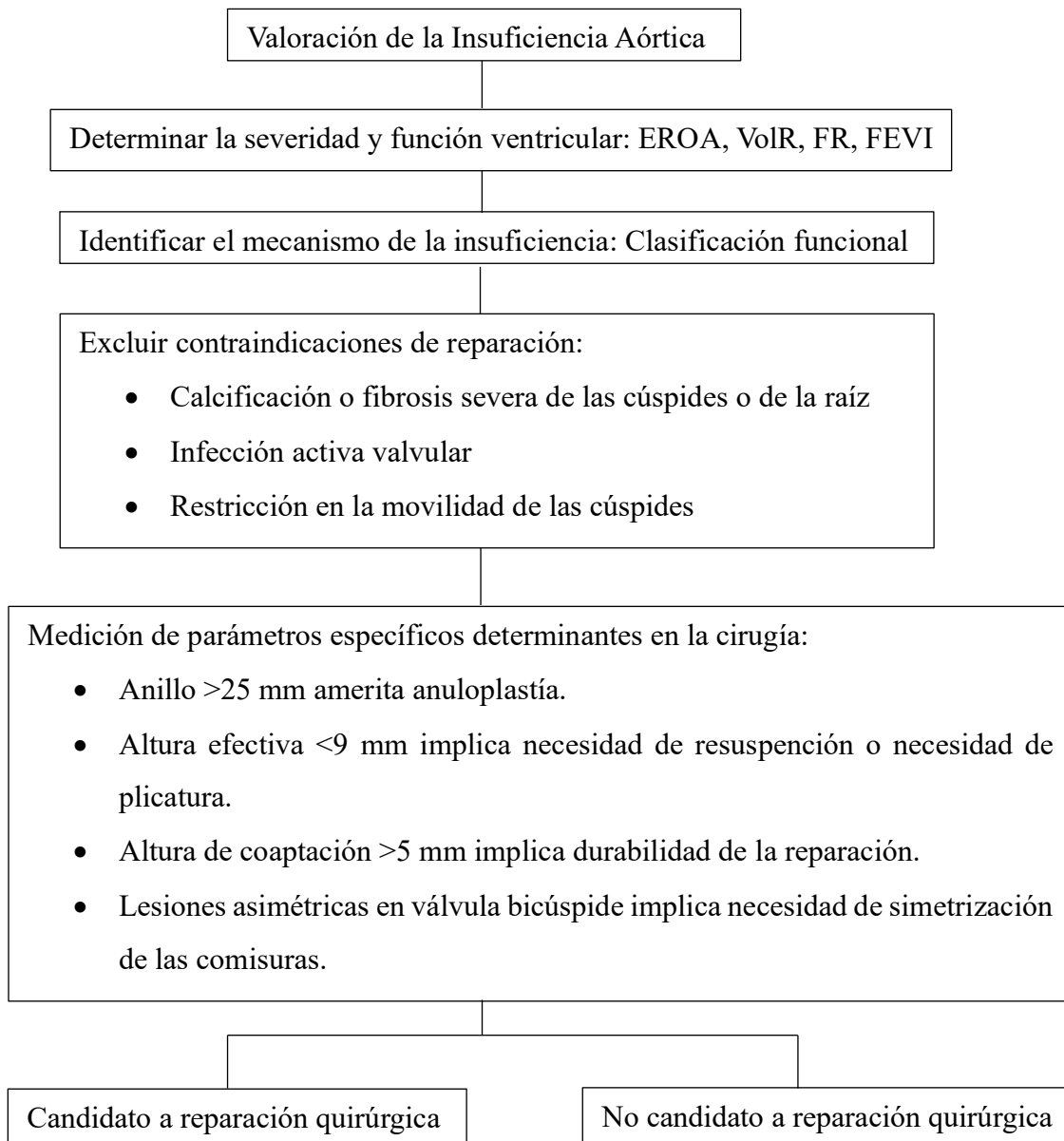


Tabla 4. Mediciones específicas a realizar en la valoración quirúrgica de la válvula aórtica

Parámetro	Medida	Plano	Punto corte	Significado	Implicación quirúrgica
Anillo	Es el plano que pasa por el nadir de las cúspides	Eje longitudinal	25 mm	>25 mm dilatado	Añadir anuloplastia
Altura efectiva	Distancia entre el anillo y el punto medio del borde libre de la cúspide	Eje longitudinal, X plane	9 mm	Prolapso: -eH <0 completo -eH <9 mm relativo	-Técnica de resuspensión -Implica éxito y durabilidad
Altura coaptación	Distancia de coaptación entre dos cúspides	Eje longitudinal	5 mm	>5 mm adecuada coaptación	-Implica buen resultado y durabilidad
Altura geométrica	Longitud de cada una de las cúspides desde la inserción al borde libre	Eje longitudinal, X plane	-16 mm tricúspide -19 mm bicúspide	Retracción: -<16 mm tricúspide -<19 mm bicúspide	No apta para reparación
Comisuras	Ángulo entre 2 comisuras	Eje corto 35-45 grados	160 grados	<160 grados es asimétrica	Amerita simetrización

CONCLUSIONES

1. La reparación valvular es una alternativa al remplazo quirúrgico en pacientes seleccionados.
2. La reparación mitral está recomendada en paciente con datos de insuficiencia severa en ausencia de calcificación o fibrosis.
3. La reparación aórtica aunque sin tanta evidencia, ha sido exitosa en pacientes jóvenes o con pocas comorbilidades en contexto de prolapso valvular asociado a valvulopatía severa.
4. Por medio de mediciones ecocardiográficas, se puede escoger el candidato ideal para reparación disminuyendo la tasa de fallo quirúrgico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abeln, K., Giebels, C., Ehrlich, T., Federspiel, J., Schäfers, J. (2021). Which Aortic Valve Can Be Surgically Reconstructed?. *Current Cardiology Reports*, (23), 108.
2. Gheorghe, L., Mobasseri, S., Agricola, E., Wang, D., *et al.* (2021). Imaging for Native Mitral Valve Surgical and Transcatheter Interventions. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 14, (1), 112-27.
3. Steeds, R., Myerson, S. (2020). Imaging assessment of mitral and aortic regurgitation: current state of the art. *Heart*, 0, 1-8.
4. Flint, N., Wunderlich, N., Shmueli, H., *et al.* (2019). Aortic Regurgitation. *Current Cardiology Reports*, 21 (65), 1-12.
5. Sabbagh, A., Reddy, Y., Nishimura, R. (2018). Mitral Valve Regurgitation in the Contemporary Era: Insights In to Diagnosis, Management, and Future Directions. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 11 (4), 628-43.
6. Coutinho, G., & Antunes, M. (2021). Current status of the treatment of degenerative mitral valve regurgitation. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 40, 293-304.
7. Fan, Q., Li, X., Cao, G., Yu, P., Zhang, F. (2021). Outcome of mitral valve repair or replacement for non-ischemic mitral regurgitation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 16, 175.
8. Wong, C., ChaN, J., Sanli, D., *et al* (2019). Aortic valve repair or replacement in patients with aortic regurgitation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of cardiac Surgery*, 1-8.
9. Mantegazza, V., Gripari, P., Tamborini, G., Muratori, M., *et al.* (2023). 3D echocardiography in mitral valve prolapse. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9, 1-18.
10. Can, T., Kirov, H., Caldonazo, T., Mukharyamov, M., *et al.* (2022). Surgical mitral valve repair technique considerations based on the available evidence. *Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 30 (2):302-316.

11. Mahmood, F., Sharkey, A., Maslow, A., Mufarrih, S., *et al.* (2022). Echocardiographic Assessment of the Mitral Valve for Suitability of Repair: An Intraoperative Approach From a Mitral Center. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 36, 2164-2176.
12. Meucci, M., & Delgado, V. (2022). Preoperative assessment of mitral valve regurgitation with two- and three-dimensional transesophageal echocardiography. *Cirugía Cardiovascular*, 29, S54–S61.
13. Zoghbi, W., Adams, D., Bonow, R., *et al.* (2017). Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 30, (4), 303-371.
14. Antoine, C., Benfari, G., Michelena, H., *et al.* (2018). Clinical Outcome of Degenerative Mitral Regurgitation: Critical Importance of Echocardiographic Quantitative Assessment in Routine Practice. *Circulation*, 138, 1317-1326.
15. Vahanian, A., Beyersdorf, F., Praz, F., Milojevic, M., *et al.* (2021). 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal*, 43 (7), 561–632.
16. Schaff, H., & Nguyen, A. (2020). Contemporary techniques for mitral valve repair—the Mayo Clinic experience. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 36, S18-S26.
17. Hu, J., Lee, A., Wei, X., *et al.* (2022). Update on surgical repair in functional mitral regurgitation. *Journal of cardiac Surgery*, 37, (10), 3328-3335.
18. Guo, X., Boodhwani, M. (2019). Aortic Valve Repair: From Concept to Future Targets. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 0 (0), 1-6.
19. Berrebi, A., Monin, J., Lansac, E. (2019). Systematic echocardiographic assessment of aortic regurgitation— what should the surgeon know for aortic valve repair? *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 8 (3), 331-341

20. Hlubocká, Z., Dostálová, G., Koc̣ková, R., *et al.* (2022). Assessment of Asymptomatic Severe Aortic Regurgitation by Doppler-Derived Echo Indices: Comparison with Magnetic Resonance Quantification. *Journal of Clinical Medicine*, 11 (152), 1-12.
21. Hagendorff, A., Evangelista, A., Fehske, W, *et al.* (2019). Improvement in the Assessment of Aortic Valve and Aortic Aneurysm Repair by 3-Dimensional Echocardiography. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 12 (11), 2225-44.
22. Antoniou, A., Harky, A., Bashir, M., Khoury, G. (2018). Why I choose to repair and not to replace the aortic valve?. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 1-5.