

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

**PROTOCOLO DE DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE VÍA MAS
OPORTUNA DE TRATAMIENTO DEFINITIVO EN PACIENTES CON
ESTENOSIS AORTICA SEVERA**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN SOMETIDO A LA
CONSIDERACIÓN DE LA COMISIÓN DEL PROGRAMA DE
ESTUDIOS DE POSGRADO DE CARDIOLOGIA: “DR. RÓGER
VANEGAS BARRIOS” PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA**

LUIS ANDRÉS ELIZONDO MONGE

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO, COSTA RICA

2023

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Cardiología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Especialista en Cardiología



Dr. Manuel Vindas Villarreal

Tutor Académico



Dr. Vladimir Poutvinski Poutvinska

Lector de Tesis



Dr. Moisés Vásquez Machado

Profesor Invitado



Dr. Manuel Vindas Villarreal

Coordinador Nacional Posgrado de Cardiología



Luis Andrés Elizondo Monge

Candidato

San Francisco de Dos Ríos, 7 de octubre 2023

A quien corresponda:

Por medio de la presente hago constar que leí y corregí el Trabajo Final de Graduación denominado: **“Protocolo de diagnóstico y selección de vía más oportuna de tratamiento definitivo en pacientes con Estenosis Aórtica Severa”** elaborado por el estudiante **Luis Andrés Elizondo Monge**; 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: 2023.10.07
16:33:57 -06'00'

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

Tabla de Contenidos

Lista de Cuadros.....	V
Lista de Figuras.....	VI
Lista de Tablas.....	VII
Lista de Abreviaturas.....	VIII
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Justificación.....	4
Marco Teórico.....	5
Categorías para Clasificación de la Estenosis Aórtica.....	10
Elección de Vía de Tratamiento para la Estenosis Aortica Severa.....	20
Conclusión.....	30
Bibliografía.....	31

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Escala de Conjunto de herramientas básico de fragilidad en adultos mayores sometidos a reemplazo valvular aórtico

Lista de Figuras

Figura 1. Clasificación de Sievers para válvula aórtica bicúspide

Figura 2. Algoritmo para diagnóstico de estenosis aórtica severa según gradientes y flujo.

Figura 2. Algoritmo de manejo de la estenosis aórtica severa sintomática en válvula bicúspide

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de la estenosis aortica según su grado de severidad

Tabla 2. Clasificación según compromiso extravalvular en estenosis aortica severa

Tabla 3. Mortalidad a un año según puntaje obtenido en el Escala de Conjunto de herramientas básico de fragilidad

Tabla 4. Factores clínico-anatomo-técnicos para una oportuna vía de tratamiento

Lista de Abreviaturas

EAo: Estenosis aórtica
ECO TT: Ecocardiograma transtorácico
ECO TE: Ecocardiograma transesofágico
FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo
HBA1C: Hemoglobina glicosilada
HVI: Hipertrofia Ventricular Izquierda
PCR: Proteína C Reactiva
PCT: Procalcitonina
PSAP: Presión Sistólica de la Arteria Pulmonar
RMN: Resonancia Magnética Nuclear
RVAQ: Reemplazo Valvular Aórtico Quirúrgico
SLG: Strain Longitudinal Global
TAC: Tomografía axial computarizada
TAVI: Reemplazo valvular aórtico transcatóter
TSVI: Tracto de salida del ventrículo izquierdo
UA: Unidades Agatston
VAB: Válvula aórtica bicúspide
VD: Ventrículo derecho
VI: Ventrículo izquierdo

Introducción

La estenosis aórtica (EAo), es la valvulopatía más prevalente en el mundo desarrollado¹. Es relativamente poco común en menores de 65 años, a menos que se padezca de alguna anomalía congénita. Es la segunda valvulopatía más frecuente en los Estados Unidos y está presente en el 5% de los pacientes mayores de 65 años, y su incidencia aumenta aún más con la edad. En población joven, la principal causa de EAo es la aorta bicúspide, siendo la principal etiología dentro de las anomalías congénitas de la válvula aórtica, y ameritando una intervención aún más temprana que en válvula tricúspide.

La prevalencia de la EAo en general es cada vez mayor, y se estima que en el 2050 se duplique el número de pacientes que ameriten una intervención valvular ya sea quirúrgica o percutánea².

Dentro de su fisiopatología, se caracteriza por un estrechamiento progresivo de la válvula aórtica, principalmente por enfermedad esclerodegenerativa, acompañada de un incremento en la postcarga del ventrículo izquierdo³.

La EAo se define como una velocidad máxima en el Doppler continuo mayor o igual a 4 m/s además de un gradiente medio mayor a 40 mm Hg y un área valvular aórtica de menos de 1 cm² o un área valvular aórtica indexada de menos de 0.6 cm²/m²⁴.

La triada clínica de síntomas típicos son: disnea, dolor torácico y síncope, y una vez que aparecen los síntomas en el contexto de severidad, la curva de mortalidad aumenta exponencialmente, principalmente si el debut de síntomas es con falla cardíaca, según las curvas de Kaplan Meier expuestas por Ross y Braunwald a finales de la década de los 60⁵.

Es definitivo que la única vía de tratamiento en estenosis aórtica severa sintomática es el reemplazo valvular aórtico, ya sea quirúrgico o percutáneo, y esto dependerá de las características del paciente, anatomía y morfología valvular, riesgo prequirúrgico, fragilidad y preferencia del paciente. En pacientes

asintomáticos se ha evidenciado en estudios como el RECOVERY en 2020 donde se incluyó a 145 pacientes, con objetivo primario la mortalidad a 30 días postquirúrgico y un seguimiento a 6 años, donde se demostró que la cirugía temprana fue superior a la estrategia conservadora ⁶. Además en el estudio AVATAR en 2022, se incluyó a 157 pacientes y se evidencio que la intervención temprana con reemplazo quirúrgico disminuyó más la mortalidad que la estrategia conservadora ⁷.

Tanto el reemplazo valvular aórtico quirúrgico (RVAQ) como en reemplazo valvular aórtico transcatóter (RVAP) son dos estrategias bien validadas por las sociedades americana y europea de cardiología y cirugía cardiovascular, sin embargo cuáles pacientes se benefician más de una u otra intervención es tema de debate.

Objetivos

Objetivo General

- Crear un protocolo de diagnóstico y selección de vía más oportuna de tratamiento en pacientes con estenosis aortica severa, tomando como base las guías y recomendaciones internacionales y acoplándolas a la realidad de la medicina en Costa Rica

Objetivos específicos

- Revisar la bibliografía más actualizada en cuanto a la estenosis aortica severa, su etiología, fisiopatología, clínica, diagnóstico y tratamiento.
- Analizar y elaborar un algoritmo de diagnóstico más eficaz en pacientes con estenosis aortica
- Crear y analizar escalas de riesgo, valoración de fragilidad e intervención multidisciplinaria, además de factores que inciden en una intervención exitosa
- Ofrecer alternativas de tratamiento tanto quirurgico como percutánea y analizar sus indicaciones, tanto en pacientes con anatomía valvular tricúspide como bicúspide.

Justificación

La estenosis aórtica severa es una patología prevalente a nivel mundial y en nuestro país, y conlleva una alta morbi-mortalidad cuando los síntomas evolucionan a través del tiempo y no se trata oportunamente.

Está muy bien establecido que el aumento en la postcarga del ventrículo izquierdo, secundario a esta valvulopatía conlleva a importantes cambios hemodinámicos que resultan en remodelado miocárdico, fibrosis y caída de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI)

Los síntomas típicos, y un diagnóstico oportuno, certero y temprano son claves para poder ofrecer un impacto en la evolución de la enfermedad.

A pesar de estar asintomático, el paciente se beneficia aun así de la intervención temprana, y ya se ha demostrado sus beneficios en cuanto a mortalidad y eventos cardiovasculares mayores.

Es tema de debate cuál vía de tratamiento, ya sea quirúrgica o percutánea es mejor o más apropiada para ciertos escenarios clínicos.

El motivo del presente protocolo es ofrecer una guía para la oportuna detección, correcto diagnóstico y elección de la vía de tratamiento más apropiada.

Marco Teórico

Definición

Es la obstrucción al flujo de sangre entre el ventrículo izquierdo y la aorta, generado por la rigidez de la válvula, secundaria a diferentes mecanismos inflamatorios o malformaciones congénitas ⁸.

Etiología

La EAo puede ser congénita, secundaria a fiebre reumática o degenerativa del adulto. La EAo congénita más frecuente es la producida por una válvula aortica bicúspide, y en menor frecuencia secundario a una válvula aortica unicúspide. La EAo reumática se acompaña frecuentemente de compromiso de la válvula mitral y de insuficiencia aortica.

La EAo esclero degenerativa es la causa más frecuente de todas las etiologías en pacientes adultos ⁸.

Anatomía de la válvula aórtica

La válvula aortica normal está compuesta por 3 valvas: coronariana izquierda, coronariana derecha y no coronariana. Cada cúspide mide <1 mm de grosor y es de apariencia suave, delgada y con poca cantidad de células. Están compuestas por 4 capas de tejido: endotelio, fibrosa, esponjosa y ventricular. En su base estas valvas están unidas a una densa red de colágeno llamada anillo aórtico, el cual facilita el anclaje a la raíz aortica ³.

Mide normalmente entre 3 y 4 cm², a través de la cual es eyectado el volumen sistólico desde el ventrículo izquierdo (VI) hacia la aorta.

Válvula Aórtica Bicúspide

La válvula aórtica bicúspide (VAB) es la cardiopatía congénita más frecuente en la población general. Lejos de ser solo una malformación valvular inocente, supone una enfermedad compleja y heterogénea¹⁸. Su espectro puede consistir, en su extremo más benigno, en un hallazgo incidental, permaneciendo como anomalía subclínica a lo largo de la vida, o bien, en un extremo más grave, llegar a ser origen de una disfunción valvular que pueda condicionar el pronóstico a corto plazo del paciente. Hoy en día, se define como VAB la existencia de dos velos valvulares, si bien hay una gran variabilidad individual respecto a las características pormenorizadas de la válvula: simetría, presencia de rafe, carácter de las comisuras, etc. Existen varias clasificaciones descritas por diferentes autores, pero una de las más extendidas es la de Sievers y Schmidtke. Estos autores diferencian tres subtipos según la ausencia de rafe o la presencia de uno o dos rafees (tipos 0, 1 y 2, respectivamente), y luego realizan una subdivisión según la posición espacial del rafe y los velos. De este modo, en el tipo 0, en el que no hay rafe (VAB «pura»), existen dos subcategorías: a) posición lateral, estando los velos a derecha e izquierda, y b) posición anteroposterior de los velos. En el tipo 1 existen tres velos anatómicos, pero dos velos funcionales por la presencia del rafe; es el tipo más frecuente. El rafe puede situarse entre los velos izquierdo y derecho (L-R, por sus siglas en inglés), que es el subtipo más común; entre el derecho y el no coronario (R-N); o bien, por último, entre el no coronario y el izquierdo (N-L), el subtipo menos común de los tres. Por último, e infrecuente, el tipo 2 tiene dos rafees, presentes prácticamente en todos los casos entre los velos izquierdo y derecho (L-R) y entre los velos derecho y no coronario (R-N)¹⁸.

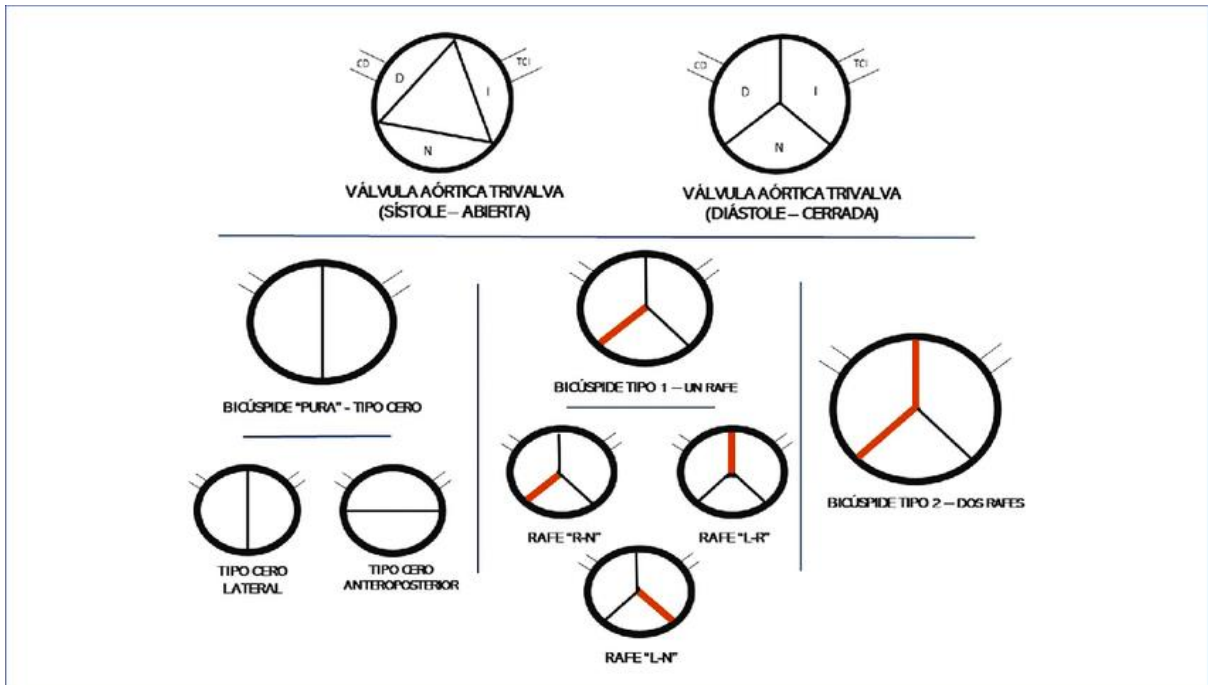


Figura 1. Clasificación de Sievers para válvula aórtica bicúspide¹⁸

Evolución Natural

En circunstancias normales existe un gradiente entre 1-3 mmHg entre el VI y la aorta durante la primera mitad de la sístole. El área valvular disminuye con la edad y la velocidad de progresión de la enfermedad influye sobre el pronóstico y desarrollo de eventos. En pacientes adultos mayores con enfermedad coronaria concomitante y mayor grado de calcificación, la enfermedad progresa con mayor rapidez.

Las mujeres tienen mayor tendencia a tener cavidades ventriculares más pequeñas y mayor grado de hipertrofia.

La evolución de la enfermedad y del gradiente transvalvular no solo dependerá del grado de calcificación, sino también de las características anatómicas y funcionales del VI que junto con las propiedades del árbol arterial (carga vascular) determinan el comportamiento hemodinámico y clínico de la enfermedad⁸.

Hasta la fecha no existe terapia médica que haya probado tener impacto en la prevención o reducción de la velocidad de progresión de la enfermedad, a pesar de que los factores de riesgo que se asocian a la calcificación valvular aórtica son compartidos con la enfermedad coronaria aterosclerótica como lo es la edad avanzada, sexo masculino, colesterol total elevado, LDL elevado, hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes mellitus y síndrome metabólico.

La velocidad de progresión funcional está asociada a la edad, al sexo masculino, a la severidad de la estenosis y al grado de calcificación de los velos. De promedio la velocidad transvalvular máxima aumenta 0.1 a 0.3 m/seg. por año, el gradiente medio entre 3 a 10 mmHg, y el área valvular decrece 0.1 cm por año. La aparición de síntomas no sigue una relación lineal con la severidad hemodinámica y algunos pacientes permanecen asintomáticos por varios años. Múltiples estudios a lo largo de los años han demostrado que una vez que aparecen síntomas como angina, síncope y disnea u otros síntomas de falla cardíaca la sobrevida se reduce sustancialmente a menos que la válvula sea reemplazada.

Fisiopatología

El evento inicial usualmente es el daño endotelial generado por un incremento en el estrés mecánico valvular, además de alojamiento de lípidos que penetran el endotelio y generan áreas de inflamación. Lipoproteínas de baja densidad y lipoproteína (a) están implicadas en la patogenia de estadios tempranos y median procesos oxidativos. Una combinación de daño endotelial y depósito de lípidos genera el proceso inflamatorio en la válvula. La expresión de moléculas de adhesión permite la infiltración de la capa endotelial por monocitos que se convierten en macrófagos, los cuales liberan citoquinas proinflamatorias generando así el procesos de fibrosis y calcificación valvular. Se ha demostrado en varios estudios clínicos niveles elevados de Proteína C Reactiva (PCR) y de 18-fluorodeoxiglucosa demostrando así actividad macrofágica a nivel valvular ^{9,10}

La válvula aortica estenótica se caracteriza por un extenso engrosamiento debido al acúmulo de tejido fibroso y remodelado de la matriz extracelular ¹¹. La calcificación valvular juega un papel importante en el desarrollo de estenosis aórtica, el cual puede ser cuantificado por Tomografía axial computarizada (TAC), el grado de calcificación correlaciona con el grado de severidad y el desarrollo de síntomas y eventos adversos ¹².

La EAo genera un incremento en la postcarga del VI así como en el estrés parietal conllevando a hipertrofia ventricular izquierda (HVI), la cual inicialmente es una respuesta fisiológica adaptativa al estrés parietal, pero posteriormente se torna muy mal tolerada conforme aumenta progresivamente. La HVI es un factor que conlleva a falla cardiaca y hoy en día es considerado un marcador pronóstico en EAo severa ³.

Estudios histopatológicos confirman que la fibrosis es parte integral del proceso de HVI en la estenosis aortica, donde los miofibroblastos infiltran el miocardio y secretan colágeno tipo I y III ¹³. Por resonancia magnética nuclear (RMN) es posible visualizar este patrón de fibrosis que reemplaza el miocardio mediante el uso de gadolinio. Un patrón de realce en pared media se ha observado en el 38% de pacientes con EAo severa ¹⁴.

Clasificación según severidad

	Esclerosis Aortica	Leve	Moderada	Severa	Crítica
Velocidad Máxima	≤ 2.5 m/s	2.6-2.9 m/s	3-4 m/s	≥ 4 m/s	≥ 5 m/s
Gradiente medio	-	< 20 mmHg	20-40 mmHg	≥ 40 mmHg	≥ 40 mmHg
AVA (cm ²)	-	> 1.5 cm ²	1-1.5 cm ²	< 1 cm ²	< 0.8 cm ²
AVAi (cm ² /m ²)	-	> 0.85 cm ² /m ²	0.60-0.85 cm ² /m ²	< 0.6 cm ² /m ²	< 0.6 cm ² /m ²
Índice Adimensional (DVI)	-	> 0.50	0.25-0.50	< 0.25	< 0.25

Tabla 1. Clasificación de la estenosis aortica según su grado de severidad ¹⁵

Categorías para clasificación de la Estenosis Aortica

- 1. EAo de alto gradiente:** Gradiente medio ≥ 40 mmHg, Velocidad pico ≥ 4.0 m/s y área valvular no indexada ≤ 1 cm² o área valvular indexada ≤ 0.6 cm²
- 2. EAo de bajo flujo bajo gradiente con FEVI reducida:** Gradiente medio < 40 mmHg, área valvular ≤ 1 cm², FEVI $< 50\%$, Volumen sistólico indexado ≤ 35 ml/m². Ecocardiograma con dobutamina a dosis bajas puede ser útil para distinguir entre una verdadera estenosis aortica severa y una pseudo severa estenosis aortica, en la cual el área valvular incrementa a > 1 cm² con el aumento del flujo. Además el útil para identificar pacientes con reserva contráctil.

3. EAo de bajo flujo bajo gradiente con FEVI conservada:

Gradiente medio < 40 mmHg, área valvular $\leq 1 \text{ cm}^2$, FEVI $\geq 50\%$ y volumen sistólico indexado $\leq 35 \text{ ml/m}^2$. Escenario típicamente encontrado en pacientes adultos mayores e hipertensos con cavidades ventriculares izquierdas pequeñas e hipertrofia marcada.

4. EAo de flujo normal bajo gradiente con FEVI conservada:

Gradiente medio < 40 mmHg, área valvular $\leq 1 \text{ cm}^2$, FEVI $\geq 50\%$ y volumen sistólico indexado $>35 \text{ ml/m}^2$ ¹⁶.

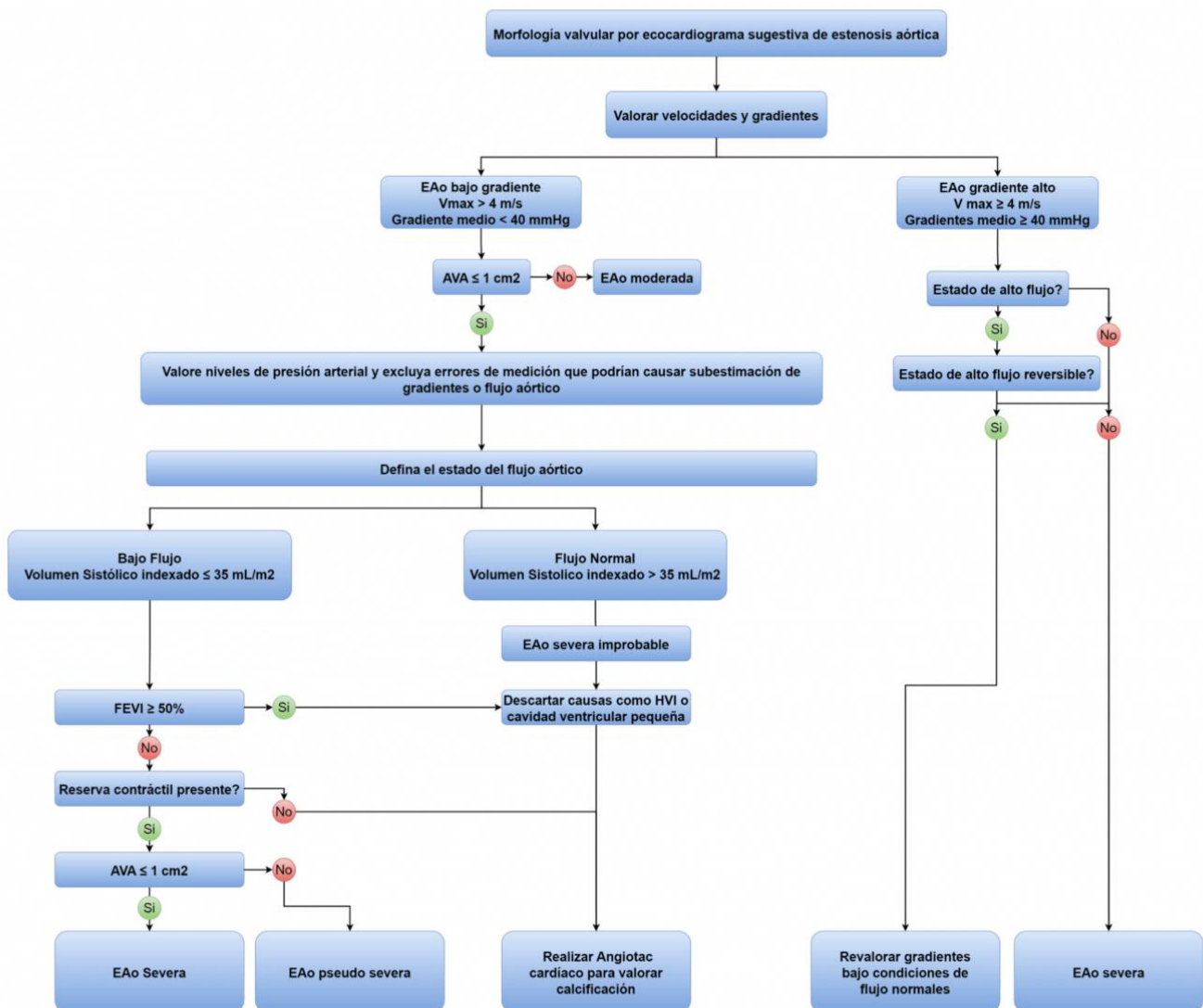


Figura 2. Algoritmo para diagnóstico de estenosis aórtica severa según gradientes y flujo.

Nuevas herramientas para la estimación de la severidad

El Ecocardiograma 3D y la tecnología 3D permite obtener pirámides de datos en sectores de exploración de $30^\circ \times 60^\circ$. Estas pirámides incluyen abundante información desde la raíz de la aorta hasta el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), incluyendo las sigmoideas aórticas. El postprocesado y la reconstrucción multiplanar permiten estudiar la válvula en cualquier plano y ángulo, de manera que se obtienen resultados satisfactorios en un porcentaje muy elevado de pacientes. Para la medición del área de apertura valvular aórtica se deben obtener imágenes en tiempo real (Live 3D). A fin de obtener una frecuencia de adquisición superior a 20 Hz, se deben reducir el ángulo y la profundidad del sector de exploración.

El postprocesado de las imágenes permite la reconstrucción de cualquier plano del volumen piramidal obtenido previamente para obtener el área de apertura valvular a nivel de las cúspides valvulares.

Cuando se compara esta metodología con la ecuación de continuidad, se observa una infraestimación ligera del área de apertura valvular, en torno a 0,04 cm. En general, el área anatómica debería ser superior al área efectiva. Posiblemente, una menor resolución espacial del ecocardiograma transesofágico (ETE 3D) sea la razón de estas discrepancias. El coeficiente de correlación interobservador, de 0,871 (0,780–0,925), indica una buena reproducibilidad de las medidas ²⁰.

Los inconvenientes fundamentales de la ETE 3D son su baja resolución temporal y espacial y la necesidad de un software y entrenamiento especial para la obtención de las imágenes y el procesado de las mismas.

TAC y Utilidad del Score de Calcio en Estenosis Aortica Severa

La evaluación de la estenosis aórtica por ecocardiografía puede ser técnicamente demandante en pacientes con ventanas acústicas deficientes, como por ejemplo en pacientes obesos y limitadores crónicos del flujo aéreo, así mismo en paciente con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) reducida con bajo flujo-bajo gradiente en los cuales el ecocardiograma transtorácico (ECO TT) no es concluyente y se deben realizar test adicionales como lo es la ecocardiografía de estrés con dobutamina para poder diferenciar una estenosis aórtica severa de las pseudoseveras.

Una herramienta diagnóstica es el TAC, la cual es mejor que la ecocardiografía para detectar la presencia de calcio en la válvula aortica y en la raíz siendo capaz de cuantificarlo con el uso de unidades Agatston (UA). El grado de calcificación valvular se relaciona con el gradiente ecocardiográfico y el área del orificio; un umbral de 1651 UA ha sido demostrado como altamente sugerente de estenosis aórtica severa, mostrando la mejor combinación de sensibilidad (80%) y especificidad (87%). Según las guías europeas de la sociedad de cardiología del 2021 los niveles de score de calcio en la válvula aortica en hombres > 3000 y mujeres > 1600 son altamente sugestivos de una estenosis aortica severa¹⁷.

Permite medir en 3D el área del orificio anatómico en cualquier momento del ciclo cardíaco para producir una estimación del área del orificio geométrico el cual sobreestima el área de orificio efectivo (AOE) calculado por ecocardiografía. Además nos muestra que el anillo es un elipsoide y la medición directa de su área es en promedio 0.6 cm mayor que la estimada por ecocardiograma transtorácico.

Estratificación del riesgo prequirúrgico basado en compromiso extravalvular

Las recomendaciones actuales para reemplazo de la válvula aortica ya sea quirúrgico o percutáneo se basan principalmente en demostrar la severidad de la estenosis aortica basado en gradientes, velocidad aortica pico y área valvular, y en la presencia de síntomas o disfunción ventricular con caída de la fracción de eyección ²¹.

En el año 2017, se propuso una clasificación de riesgo y predictor de mortalidad a un año basado en el compromiso extravalvular que presente el paciente. Así mismo se valora el impacto anatómico y funcional que ha tenido la valvulopatía aortica en otras cámaras o estructuras cardiacas²².

Se clasificaron los pacientes en 5 categorías o estadios independientes, basado en la presencia o ausencia de compromiso extravalvular (cuadro 2):

Estadio 0: Sin daño cardiaco extravalvular detectado

Estadio 1: Daño al ventrículo izquierdo, definido como la presencia de hipertrofia ventricular izquierda (Masa del VI indexada $> 95\text{g/m}^2$ en mujeres, $> 115\text{g/m}^2$ en hombres), disfunción diastólica severa ($E/e' > 14$), o FEVI $< 50\%$

Estadio 2: Daño en aurícula izquierda o válvula mitral definido como la presencia de dilatación auricular izquierda $> 34\text{ml/m}^2$, la presencia de fibrilación auricular o la presencia de insuficiencia mitral moderada o severa.

Estadio 3: Daño en vasculatura pulmonar o válvula tricúspidea definida como la presencia de una presión sistólica de arteria pulmonar (PSAP) $\geq 60 \geq \text{mmHg}$ o la presencia de insuficiencia tricúspidea moderada o severa.

Estadio 4: Daño en ventrículo derecho, definido como la disfunción sistólica moderada o severa del ventrículo derecho.

Se puede determinar que la mortalidad incrementa progresiva y exponencialmente conforme es estadio es mayor. Así mismo, disponemos de una herramienta útil y fácil de obtener mediante ecocardiografía para poder predecir el riesgo prequirúrgico y la mortalidad a un año posterior a la intervención (Tabla 2).

	Estadio 0	Estadio 1	Estadio 2	Estadio 3	Estadio 4
Estadios	Sin daño extravalvular	Daño al VI	Daño en aurícula izquierda o válvula mitral	Daño en vasculatura pulmonar o válvula tricuspídea	Daño al VD
Eco TT		Masa del VI indexada > 95g/m ² en mujeres, > 115 g/m ² en hombres	Volumen auricular izquierdo > 34 ml/m ²	PSAP ≥ 60 > ≥ mmHg	Disfunción sistólica moderada o severa del ventrículo derecho
		E/e' > 14	Fibrilación auricular	Insuficiencia tricúspidea moderada o severa	
		FEVI < 50%	Insuficiencia mitral moderada o severa		

Tabla 2. Clasificación según compromiso extravalvular en estenosis aortica severa²¹.

Manejo de estenosis aórtica severa en pacientes asintomáticos

El ecocardiograma permanece como la herramienta más ampliamente utilizada para el estudio y diagnóstico de la estenosis aórtica. Se han establecido algunos parámetros útiles para predecir el beneficio de una intervención temprana en pacientes con estenosis aórtica severa asintomática. La severidad de la estenosis, el grado de calcificación aunado a la velocidad de progresión de la enfermedad por ecocardiografía se ha correlacionado con importantes eventos clínicos. Pacientes con una rápida progresión de la velocidad pico aórtica de > 0.3 m/s/año y calcificación moderada a severa de la válvula predice un riesgo de mortalidad de 79% a 2 años. Un incremento en la postcarga global (valvular y vascular) estimado por la impedancia valvulo arterial $>$ de 5 mmHg/ml/m² es otro marcador de pobre pronóstico clínico ²³.

Por otro lado el incremento crónico en la postcarga conlleva a hipertrofia ventricular izquierda, remodelado ventricular, disfunción sistólica y caída de la FEVI. Por tanto una FEVI $<$ 50% y un strain longitudinal global (SLG) $<$ 14.7% son predictores de pobre pronóstico y eventos adversos a futuro ²⁴.

Algunas otras variables a considerar son una aurícula izquierda dilatada, y aunque la relación E/A de la diastología no correlaciona con eventos a futuro ni con progresión a un estadio sintomático de la enfermedad, valores de $s' < 4.5$ cm/seg y $a' < 9$ cm/seg se han correlacionado con una mayor tasa de eventos adversos a futuro. En cuanto a la PSAP, un valor $>$ 60 mmHg en reposo, en el contexto de una estenosis aórtica severa predice mayor mortalidad y se benefician de una intervención temprana.

La prueba de esfuerzo está contraindicada en pacientes con estenosis aórtica severa sintomática, sin embargo podría ser útil para desenmascarar los síntomas en pacientes asintomáticos, aunque las guías de práctica clínica no lo recomiendan ²⁵.

Como es bien sabido, no todos los pacientes con estenosis aortica asintomática, se benefician de ser intervenidos, pero en ciertos escenarios como los antes descritos si es claro el beneficio. En cuanto a los biomarcadores cardiacos, podría ofrecer una vía sencilla y fácil de obtener para predecir algunos pacientes que se beneficien de la intervención temprana. Principalmente los péptidos natriuréticos con los biomarcadores más estudiados en enfermedad valvular y valores elevados son un indicador más de predicción de mayor tasa de eventos a futuro y pobre pronostico.

Valoración de fragilidad en paciente con estenosis aórtica severa

El estado de fragilidad es un síndrome clínico caracterizado por presentar una disminución en la reserva fisiológica y de la resistencia los distintos factores de estrés a los que se ve expuesto el adulto mayor. El fenotipo de fragilidad se caracteriza por una función física disminuida relacionada a sarcopenia, osteopenia y cambios cognitivos que puede llegar a presentar el paciente ²⁶.

La prevalencia de fragilidad en pacientes > 70 años es del 15% y aumenta hasta un 40% en octogenarios. La asociación americana del corazón y la sociedad europea de cardiología consideran la fragilidad un factor trascendental para determinar el riesgo que puede llegar a tener un paciente previo a una intervención valvular y se ha implicado como factor pronostico ²⁷.

Decidir la mejor estrategia terapéutica para el adulto mayor en el contexto de estenosis aortica severa es complejo, dado la gran cantidad de factores que tienen que ser considerados como comorbilidades, aspectos técnicos (aorta en porcelana, radiación torácica previa, dilatación de raíz de aorta), y la fragilidad donde también se valora la capacidad para recuperarse de un proceso o intervención. Sin duda alguna de estos factores previamente descritos, es la fragilidad el más complicado de evaluar, dado su subjetividad.

Existen múltiples escalas para valorar fragilidad, sin embargo podemos categorizarlas en dos grandes grupos: Índice de fragilidad basado en déficit (Escala de Rockwood), la cual conceptualiza la fragilidad como un acumulo de déficits a través del tiempo, Índice fenotípico de fragilidad (Escala de Fried), la cual conceptualiza la fragilidad como un síndrome de 5 dominios: pérdida de peso, debilidad, baja energía y resistencia, lentitud y bajo nivel de actividad física.

En el año 2017 en la revista de la sociedad americana de cardiología se propone una escala más apropiada e integrada para pacientes que serán intervenidos por cirugía cardíaca o reemplazo valvular, llamado el Conjunto de herramientas básico de fragilidad (EFT Essential Frailty Toolset en inglés). Su valor oscila entre 0 (ausencia de fragilidad) y 5 (máxima fragilidad) y evalúa 4 factores ²⁸ (cuadro 1):

Tiempo empleado en levantarse 5 veces de una silla < 15 segundos	0 puntos	
Tiempo empleado en levantarse 5 veces de una silla > 15 segundos	1 punto	
Incapaz de completar el ejercicio	2 puntos	
Sin deterioro cognitivo	0 puntos	
Con deterioro cognitivo	1 punto	
Hemoglobina	≥ 13 g/dl hombre ≥ 12 g/dl mujer	0 puntos
Hemoglobina	< 13 g/dl hombre < 12 g/dl mujer	1 punto
Albumina sérica	≥ 3.5 g/dl	0 puntos
Albumina sérica	< 3.5 g/dl	1 punto

Cuadro 1. Escala de Conjunto de herramientas básico de fragilidad en adultos mayores sometidos a reemplazo valvular aórtico²⁸.

Mortalidad a 1 año según puntuación

Puntuación	TAVI	RVAQ
0-1	6%	3%
2	15%	7%
3	28%	16%
4	30%	38%
5	65%	50%

Tabla 3. Mortalidad a un año según puntaje obtenido en el Escala de Conjunto de herramientas básico de fragilidad²⁸.

Elección de Vía de Tratamiento para la Estenosis Aortica Severa

Cirugía Cardíaca:

Contenido de valoración preoperatoria y requisitos para presentar paciente en sesión cardioquirúrgica para reemplazo valvular Aórtico percutánea

El avance en las técnicas quirúrgicas, anestésicas y de cuidado posquirúrgico ha posibilitado un incremento significativo de la sobrevida de los pacientes sometidos a una intervención cardiovascular, a pesar de que la población tiene cada vez mayor riesgo quirúrgico, dado que su edad y comorbilidades son mayores. El panorama posoperatorio es complejo por lo que es imprescindible una exhaustiva y completa historia clínica que permita prever las complicaciones posquirúrgicas y con ello instituir medidas incluso desde la etapa preoperatoria para disminuirlas.

El riesgo quirúrgico se valora con diferentes tasas o índices de predicción y en el caso del recambio valvular aórtico, son muy completos y exactos ²⁹.

Especialidades involucradas

Valoración por neumología (pruebas de función pulmonar): En pacientes asmáticos, portadores de enfermedad pulmonar obstructiva crónica o fumadores.

Valoración por nefrología: En pacientes con aclaramiento de creatinina <30ml/min, y que se proyecte vayan a ameritar soporte renal durante o después de la cirugía

Valoración por geriatría: En pacientes mayores de 65 años

Valoración por odontología: En todo paciente no portador de prótesis dentales

Laboratorios: Hemograma, Función renal, electrolitos completos, función hepática, albúmina, tiempos de coagulación, Grupo y Rh, PCR, Procalcitonina (PCT), Hemoglobina glicosilada (HBA1C).

Estudios de imagen y gabinetes: Radiografía de tórax, electrocardiograma, Ecocardiograma transtorácico, ecocardiograma transesofágico (si lo amerita), TAC (si hay disponibilidad)

Angiografía Coronaria: en mayores de 40 años, se puede realizar también AngioTAC coronario si hay disponibilidad.

Factores de riesgo para complicaciones perioperatorias en cirugía cardíaca

A. En relación al paciente:

1. Edad > 70 años
2. Anemia preoperatoria (Hb preoperatoria < 10 g/dl)
3. Baja área de superficie corporal
4. Enfermedades hematológicas
 - I. Coagulopatía hereditaria: enfermedad de von Willebrand, hemofilias A o B, deficiencia conocida de factores de la coagulación, entre otros.
 - II. Coagulopatía adquirida: anomalías en el recuento plaquetario, alteraciones de tiempos de coagulación, leucemias, alteraciones de fibrinólisis relacionadas con daño hepático, anticoagulante lúpico, policitemia vera, síndrome mielodisplásico, talasemia β .
5. Deterioro de la función renal (aclaramiento de creatinina < 30 ml/min)
6. Terapia preoperatoria:
 - I. Alto riesgo:
 - I.1 Antiagregantes plaquetarios: abciximab, clopidogrel, tirofibán, eptifibatida
 - I.2 Inhibidores directos de la trombina, heparinas de bajo peso molecular.
 - I.3 Trombolíticos: alteplasa, estreptocinasa, tenecteplasa.
 - II. Bajo riesgo: ácido acetilsalicílico
7. Estado hemodinámico inestable: choque cardiogénico, insuficiencia cardíaca congestiva o FEVI < 25%
8. Diabetes mellitus descompensada (límites > 200 mg/dl)

9. Enfermedad vascular periférica
10. Estado infeccioso preoperatorio: cultivo positivo a cualquier nivel, criterios de sepsis
11. Insuficiencia hepática crónica, Child B o C
12. Nivel de albúmina < 3.5 mg/d

B. Variables relacionadas al procedimiento:

1. Tiempo de circulación extracorpórea prolongado (> 90 min)
2. Reintervención quirúrgica
3. Dosis altas de protamina posterior a la bomba de circulación extracorpórea
4. Alteraciones en el estado hídrico (hemodilución o sobrecarga de líquidos)
5. Sangrado que requiere mayor transfusión perioperatoria
6. Hipotermia profunda
7. Cirugía de urgencia

Escalas preoperatorias para evaluar el riesgo de morbilidad y mortalidad

La evaluación del riesgo preoperatorio tiene implicaciones importantes para el pronóstico del paciente, los costos hospitalarios y la planeación óptima de los recursos materiales. Debido al complejo perfil de los pacientes sometidos a una intervención cardíaca, la estratificación precisa del riesgo preoperatorio se torna una tarea difícil. Los factores que se valoran en estas escalas son el tipo de operación, la edad y sexo del paciente, la fracción de eyección, la hipertensión pulmonar, la urgencia del procedimiento, la función renal y la presencia de endocarditis.

Entre las escalas de riesgo más usadas y validadas, con mayor correlación entre los resultados esperados y observados están: el sistema europeo para la evaluación del riesgo quirúrgico II (EuroSCORE II), que fue basado en 22.381 pacientes que fueron sometidos a cirugía cardíaca mayor en 43 países durante el año 2010 ³⁰, y el puntaje de la Sociedad de Cirujanos de Tórax (STS score) que incluye datos del

90% de las cirugías cardíacas realizadas en los Estados Unidos entre los años 2002 y 2006, con una población total de 774.881, de los cuales 109.759 pacientes fueron a la cirugía valvular aislada: cambio de la válvula aórtica, cambio de la válvula mitral o la reparación mitral. A pesar de estar ampliamente validados, estos puntajes de riesgo tienen limitaciones debido a que son realizados en poblaciones específicas, y no discriminan el tipo del abordaje quirúrgico. Esto es importante, porque en los últimos 20 años se ha incrementado la popularidad de los procedimientos menos invasivos y en el caso de la cirugía cardíaca, el abordaje es mínimamente invasivo³¹.

Para efectos de este protocolo, se pueden utilizar ambas escalas como una guía para poder predecir el riesgo prequirúrgico del paciente que se somete a una cirugía de reemplazo valvular aórtico, con un perfil de bajo riesgo si el EUROSCORE es $< 4\%$ y de alto riesgo si el EUROSCORE es $> 8\%$.

Indicaciones de pacientes candidatos a cirugía de reemplazo valvular aórtico quirúrgico

1. Estenosis aórtica severa sintomática de alto gradiente (Indicación IB)
2. Estenosis aórtica severa sintomática bajo flujo bajo gradiente con FEVI $< 50\%$ y evidencia de reserva contráctil (Indicación IB)
3. Estenosis aórtica severa sintomática bajo flujo bajo gradiente con FEVI conservada (Indicación IIa C)
4. Estenosis aórtica severa sintomática bajo flujo bajo gradiente con FEVI $< 50\%$ sin evidencia de reserva contráctil pero con TAC con evidencia de alto grado de calcificación (Indicación IIa C)
5. No se recomienda la intervención quirúrgica en pacientes con expectativa de vida < 1 año
6. Estenosis aórtica severa asintomática con FEVI $< 50\%$ no explicada por otra causa (Indicación IB)
7. Estenosis aórtica severa asintomática con FEVI $< 50\%$ y una prueba de esfuerzo con síntomas provocables (Indicación IC)

8. Estenosis aórtica severa asintomática con caída de la presión arterial sistólica de > 20 mmHg en prueba de esfuerzo (Indicación IIa C)
9. Estenosis aórtica severa asintomática crítica, con progresión de velocidad pico ≥ 0.3 m/seg/año o niveles de Péptido natriurético (BNP) 3 veces por encima del valor normal sin otra causa explicable (indicación IIa B)
10. Pacientes con bajo riesgo quirúrgico (EUROSCORE $<4\%$) (indicación IB)
11. Pacientes estenosis aórtica severa y que ameritan bypass coronario, cirugía de aorta ascendente o de otra válvula. (indicación IC)

Reemplazo Valvular Aórtico percutáneo (TAVI)

Contenido de valoración preoperatoria y requisitos para presentar paciente en sesión cardioquirúrgica para reemplazo valvular aórtico percutáneo

Especialidades involucradas

Valoración por neumología (pruebas de función pulmonar): En pacientes asmáticos, portadores de enfermedad pulmonar obstructiva crónica o fumadores.

Valoración por nefrología: En pacientes con aclaramiento de creatinina <30ml/min, y que se proyecte vayan a ameritar soporte renal durante o después de la cirugía

Valoración por geriatría: En pacientes mayores de 65 años

Valoración por odontología: En todo paciente no portador de prótesis dentales

Laboratorios: Hemograma, Función renal, electrolitos completos, función hepática, albúmina, tiempos de coagulación, Grupo y Rh, PCR, Procalcitonina (PCT), Hemoglobina glicosilada (HBA1C).

Estudios de imagen y gabinetes: Radiografía de tórax, electrocardiograma, Ecocardiograma transtorácico, ecocardiograma transesofágico (si lo amerita), AngioTac (indispensable)

Angiografía Coronaria: en mayores de 40 años, se puede realizar también AngioTAC coronario.

Generalidades

El reemplazo valvular aórtico transcatóter (TAVI) es hoy en día una opción de tratamiento muy bien establecida en pacientes de alto riesgo quirúrgico. Además ya existe evidencia de sus buenos resultados en poblaciones de riesgo intermedio y bajo.

TAVI en pacientes de alto riesgo: El primer gran estudio que comparo resultados entre TAVI vs terapia medica fue el PARTNER IB, donde se demostró superioridad

en el compuesto de muerte por cualquier causa y muerte cardiovascular en el grupo de TAVI³³. Además en el estudio PARTNER IA se incluyeron 699 de alto riesgo quirúrgico y se randomizaron a dos grupos (TAVI vs RVAQ) donde se evidencio una tasa similar de muerte por cualquier causa a un año. La tasa de complicaciones vasculares mayores fue mayor en el grupo de TAVI, y la tasa de mortalidad a 2 años fue menor el el grupo de TAVI. Además se evidencia una mayor tasa de sangrado mayor, fibrilación auricular y lesión renal en el grupo de RVAQ , y una mayor tasa de necesidad de marcapaso, fuga paravalvular o complicaciones vasculares en el grupo de TAVI³⁴.

TAVI en pacientes de riesgo intermedio: En el estudio PARTNER IIA se comparó la estrategia de TAVI vs RVAQ en una población de 2032 pacientes de riesgo intermedio, el compuesto primario de muerte por cualquier causa o ictus a dos años fue similar en ambos grupos. De nuevo TAVI se asoció a mayores complicaciones vasculares y fugas paravalvulares y el RVAQ se asoció a mayor incidencia de lesión renal y fibrilación auricular³⁵. Posteriormente en el estudio SURTAVI se comparó 1746 pacientes de riesgo intermedio a TAVI vs RVAQ y se evidencio que la mortalidad por cualquier causa o ictus a 2 años fue de 12.6 % en TAVI y 14% en RVAQ, debido a esto se incluye en la guías americanas del 2017 de práctica clínica como indicación IIA el TAVI en pacientes de riesgo intermedio³⁶.

TAVI en pacientes de bajo riesgo: En el estudio PARTNER III, se incluyó a 1000 pacientes de riesgo bajo (EUROSCORE <4%) y se randomizó a TAVI vs RVQA y se evidencio que el compuesto primario a un año de muerte por cualquier causa, ictus o tasa de rehospitalizaciones fue menor el grupo de TAVI (8.5%) vs RVAQ (15.1%)³⁷.

TAVI en pacientes de muy alto riesgo quirurgico (EUROSCORE >40%): En el 2015 se publicó un estudio donde se incluye a 319 pacientes y se comparó los resultados de un grupo de pacientes con muy alto riesgo quirurgico y un grupo de bajo riesgo quirurgico comparando la estrategias de TAVI vs RVAQ. No hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto el compuesto primario de muerte

por cualquier causa, evidenciando la seguridad del TAVI incluso en pacientes de muy alto riesgo quirúrgico³⁸.

TAVI en nonagenarios: La población de más de 90 años usualmente es excluida de los estudios clínicos y no existe evidencia suficiente de su beneficio de realizarse alguna intervención en este contexto de estenosis aortica severa. En el 2015 se publica un estudio donde se incluyen pacientes mayores de 90 años con varias comorbilidades y se compara su resultado con una población de menor edad, a ambos grupos se les realizó TAVI. En los resultados se observa que no hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto a complicaciones mayores o compuesto de muerte a 30 días y un año³⁹. Como conclusión, se debe valorar e individualizar el realizar TAVI en pacientes de > 90 años siempre y cuando haya un consenso en la sesión multidisciplinaria.

TAVI en pacientes con FEVI reducida: Pacientes con FEVI reducida tienen peores resultados cuando son sometidos a RVAQ, especialmente cuando no se evidencia reserva contráctil⁴⁰. En el registro alemán de TAVI en 2015, se incluyó a 1432 pacientes a quienes se les realizó TAVI y se dividieron en dos grupos (Grupo A: FEVI < 30% + EUROSCORE 34% vs Grupo B: FEVI > 30% + EUROSCORE 18.9%), se observó altas tasa de éxito y excelentes resultados en cuanto a supervivencia y clasificación NYHA a 30 días en ambos grupos. Incluso la mejoría en calidad de vida fue más notoria en el grupo A, sin embargo en este grupo la mortalidad fue mayor⁴¹.

Algoritmo de manejo de pacientes con estenosis aórtica en válvula Bicúspide

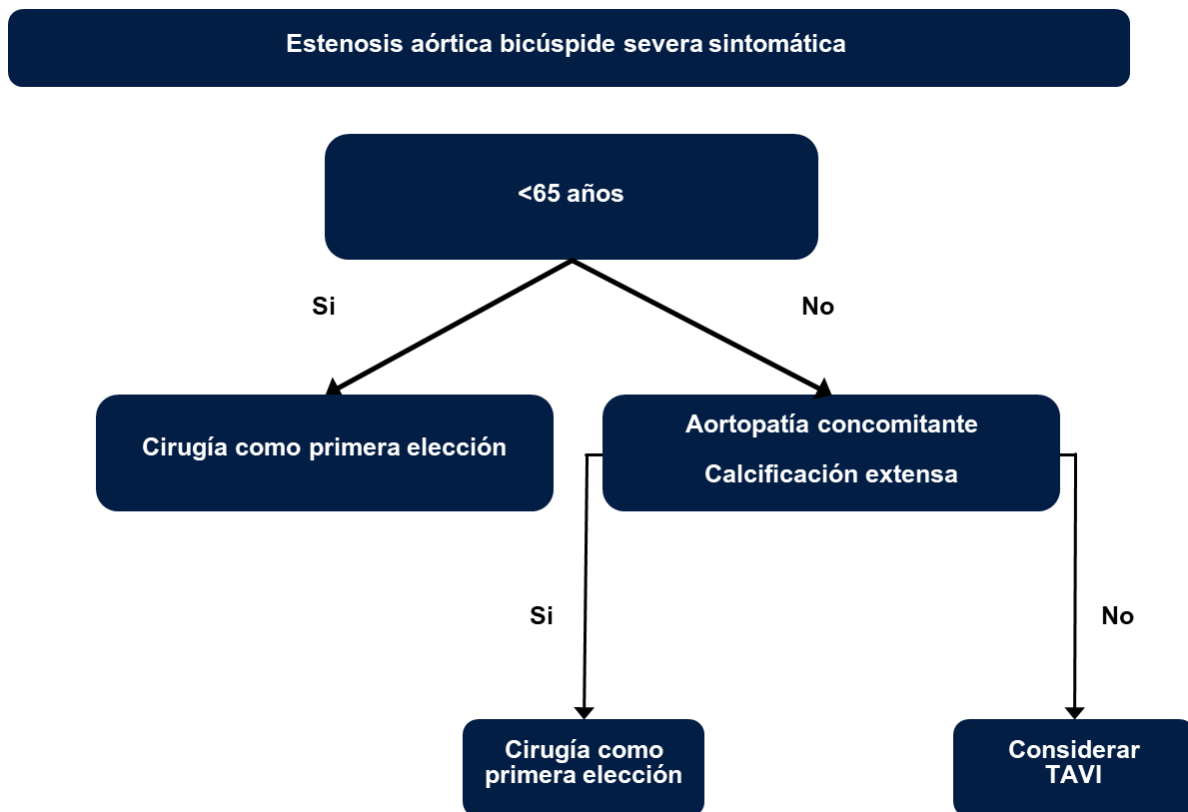


Figura 2. Algoritmo de manejo de la estenosis aortica severa sintomática en válvula bicúspide³².

Selección de paciente para RVAQ o TAVI

	Favorable	Favorable
	TAVI	RVAQ
Características clínicas		
Bajo riesgo Quirúrgico	-	+
Alto riesgo Quirúrgico	+	-
Edad < 75 años	-	+
Edad > 75 años	+	-
Cirugía cardíaca previa	+	-
Fragilidad extrema	+	-
Endocarditis activa	-	+
Factores anatómicos y del procedimiento		
Acceso femoral viable para TAVI	+	-
Acceso femoral no viable y RVAQ viable	-	+
Acceso femoral retador y RVAQ no viable	+	-
Secuelas de radiación	+	-
Aorta en porcelana	+	-
Alta probabilidad de mismatch	+	-
Deformación torácica severa	+	-
Dimensiones de anillo aórtico desfavorable para TAVI	-	+
Aorta bicúspide	-	+
Morfología valvular poco viable para TAVI	-	+
Trombo en aorta o VI	-	+
Condiciones cardíacas concomitantes		
Enfermedad coronaria multivaso	-	+
Insuficiencia Mitral Severa primaria	-	+
Insuficiencia Tricuspídea Severa	-	+
Dilatación severa o aneurisma de raíz de aorta	-	+
Hipertrofia septal que amerite miomectomía	-	+

Tabla 4. Factores clínico-anatomo-técnicos para una oportuna vía de tratamiento¹⁶.

Conclusión

La estenosis aórtica es una patología de relevancia especialmente en pacientes mayores de 65 años. Sus causas y fisiopatología están muy bien establecidas y un acertado y temprano diagnóstico es vital para una intervención oportuna.

Se dispone de múltiples herramientas de imagen para su diagnóstico y algoritmos de manejo y clasificación para así poder elegir la mejor vía de tratamiento. Hoy en día se sabe que los pacientes asintomáticos también se benefician de ser intervenidos en ciertos escenarios clínicos y que no solo el compromiso valvular debe tomarse en consideración sino otras variables como la afectación de otras válvulas, dilatación de aurículas o presencia de disfunción ventricular o hipertensión pulmonar.

En este protocolo se desea brindar una guía sencilla y clara sobre como diagnosticar esta patología de la manera más temprana y precisa repasando desde su anatomía y fisiopatología hasta sus vías de tratamiento, además de otorgar las herramientas para presentar un paciente en sesión cardioquirúrgica y conocer las diferentes especialidades que deben ser involucradas previo a una intervención. Por último se establece los criterios de selección de paciente para reemplazo valvular aórtico quirúrgico o transcatheter.

La estenosis aórtica severa es una patología de alta mortalidad y morbilidad si no se trata a tiempo, por tanto es de suma importancia el juicio clínico y abordar de manera correcta los síntomas del paciente, realizar un diagnóstico precoz y elegir la vía de tratamiento que sea más apropiada y aporte un mayor beneficio al paciente.

Bibliografía

1. Nkomo, V. T., Gardin, J. M., Skelton, T. N., Gottdiener, J. S., Scott, C. G., & Enriquez-Sarano, M. (2006). Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *The Lancet*, 368(9540), 1005-1011.
2. Pinto, R. A. C. (s. f.-b). Epidemiology of aortic valve stenosis (AS) and of aortic valve Incompetence (AI): Is the prevalence of AS/AI similar in different parts of the world?
3. Dweck, M. R., Boon, N. A., & Newby, D. E. (2012). Calcific aortic stenosis. *Journal of the American College of Cardiology*, 60(19), 1854-1863.
4. Otto et al 2020 ACC/AHAGuideline for the management of valvular heart disease *Circulation* 2021; 143: e72-e227.
5. Ross J, Jr, Braunwald E. Aortic stenosis. *Circulation*. 1968; 38: 61–7
6. Duk-Hyun K Sung-Ji P et al. Early Surgery or Conservative Care for Asymptomatic Aortic Stenosis *N Engl J Med* 2020; 382:111-119
7. Banocovic M, Putnok S, Penicka M Aortic Valve Replacement Versus Conservative Treatment in Asymptomatic Severe Aortic Stenosis: The AVATAR Trial. *Circulation*. 2022; 145: 648–658
8. VOL 83 CONSENSO DE VALVULOPATÍAS / 2015. Sociedad Argentina de Cardiología
9. Galante A, Pietroiusti A, Vellini M, et al. C-reactive protein is increased in patients with degenerative aortic valvular stenosis. *J AmColl Cardiol* 2001;38:1078–82.
10. Fayad ZA, Mani V, Woodward M, et al. Safety and efficacy of dalcetrapib on atherosclerotic disease using novel non-invasive multimodality imaging (dal-PLAQUE): a randomised clinical trial. *Lancet* 2011;378:1547–59.
11. Liu AC, Joag VR, Gotlieb AI. The emerging role of valve interstitial cell phenotypes in regulating heart valve pathobiology. *Am J Pathol* 2007;171:1407–18.
12. Cowell SJ, Newby DE, Burton J, et al. Aortic valve calcification on computed tomography predicts the severity of aortic stenosis. *ClinRadiol* 2003;58:712-

13. Weber KT. Fibrosis in hypertensive heart disease: focus on cardiac fibroblasts. *J Hypertens* 2004;22:47–50
14. Dweck MR, Joshi S, Murigu T, et al. Midwall fibrosis is an independent predictor of mortality in patients with aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:1271–9.
15. Baumgartner, H., Hung, J., Bermejo, J., Chambers, J., Evangelista, A., Griffin, B. P., Iung, B., Otto, C. M., Pellikka, P. A., & Quinones, M. A. (2009). Echocardiographic Assessment of Valve Stenosis: EAE/ASE Recommendations for Clinical practice. *European journal of echocardiography*, 10(1), 1-25
16. 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). (2022). *European Heart Journal*, 43(21), 2022.
17. Cuff C, Serfaty JM, Cimadevilla C, Laissy JP, Himbert D, Tubach F, Duval X, Iung B, Enriquez-Sarano M, Vahanian A, Messika-Zeitoun D. Measurement of aortic valve calcification using multislice computed tomography: correlation with haemodynamic severity of aortic stenosis and clinical implication for patients with low ejection fraction. *Heart* 2011;97:721–726.
18. Junco-Vicente, A., Rodríguez, I., Solache-Berrocal, G., Cigarrán, H., & Martín, M. J. (2020). Válvula aórtica bicúspide: ¿qué debo conocer? Revisión actualizada de sus aspectos clínicos y fisiopatológicos.
19. Cuff C, Serfaty JM, Cimadevilla C, Laissy JP, et al. Measurement of aortic valve calcification using multislice computed tomography: correlation with haemodynamic severity of aortic stenosis and clinical implication for patients with low ejection fraction. *Heart* 2011; 97:721-726.
20. De la Morena G, Saura D, Oliva MJ, Soria F, González J, García M, et al. Real-time three-dimensional transoesophageal echocardiography

- in the assessment of aortic valve stenosis. *Eur J Echocardiogr* 2010 Jan;11(1):9-13
21. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Baron-Esquivias G, Baumgartner H, Borger MA, Carrel TP, De Bonis M, Evangelista A, Falk V, Jung B, Lancellotti P, Pierard L, Price S, Schafers HJ, Schuler G, Stepinska J, Swedberg K, Takkenberg J, Von Oppell UO, Windecker S, Zamorano JL, Zembala M. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). *Eur Heart J* 2012;33: 2451–2496.
 22. Généreux, P., Pibarot, P., Redfors, B., Mack, M. J., Makkar, R., Jaber, W. A., Svensson, L. G., Kapadia, S., Tuzcu, E. M., Thourani, V. H., Babaliaros, V., Herrmann, H. C., Szeto, W. Y., Cohen, D. J., Lindman, B. R., McAndrew, T., Alu, M., Douglas, P. S., Hahn, R. T., Leon, M. B. (2017). Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *European Heart Journal*, 38(45), 3351-3358
 23. Lancellotti P, Donal E, Magne J, et al. Riskstratification in asymptomatic moderate to severe aortic stenosis: the importance of the valvular, arterial and ventricular interplay. *Heart* 2010;96:1364–71.
 24. Magne, J., Cosyns, B., Popescu, B. A., Carstensen, H., Dahl, J. S., Desai, M. Y., Kearney, L., Lancellotti, P., Marwick, T. H., Sato, K., Takeuchi, M., Zito, C., Casalta, A., Mohty, D., Pierard, L., Habib, G., & Donal, E. (2019). Distribution and prognostic significance of left ventricular global longitudinal strain in asymptomatic significant aortic stenosis. *Jacc-cardiovascular Imaging*, 12(1), 84-92
 25. Rafique AM, Biner S, Ray I, Forrester JS, Tolstrup K, Siegel RJ. Meta-analysis of prognostic value of stress testing in patients with asymptomatic severe aortic stenosis. *Am J Cardiol* 2009;104:972–7. Lindman et al. *JACC: CARDIOVASCULAR IMAGING*, VOL. 13, NO. 2, 2020 Asymptomatic Aortic Stenosis FEBRUARY 2020:481–93492
 26. Oresanya LB, Lyons WL, Finlayson E. Preoperative assessment of the older patient: a narrative review. *JAMA*. 2014; 311:2110–20

27. Hiroshi Furukawa, Kazuo Tanemoto- Fragilidad en cirugía cardiotorácica: revisión sistemática de la literatura- *Gen Thorac Cardiovasc Surg* (2015) 63:425–433
28. Afilalo, J., Lauck, S., Kim, D., Lefèvre, T., Piazza, N., Lachapelle, K., Martucci, G., Lamy, A., Labinaz, M., Peterson, M. D., Arora, R. C., Noiseux, N., Rassi, A. N., Palacios, I. F., Généreux, P., Lindman, B. R., Asgar, A. W., Kim, C. A., Trnkus, A., . . . Perrault, L. P. (2017). Frailty in older adults undergoing aortic valve replacement. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(6), 689-700.
29. American Society of Anesthesiologists Task Force on Preanesthesia Evaluation. Practice advisory for preanesthesia evaluation: a report by the American Society of Anesthesiologists. Task Force on Preanesthesia Evaluation. *Anesthesiology* 2002;96:485-496
30. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardio-Thorac Surg*. 2012; 41(4):734-44; discussion 744-5.
31. O'Brien SM, Shahian DM, Filardo G, Ferraris VA, Haan CK, Rich JB, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 2-- isolated valve surgery. *Ann Thorac Surg*. 2009 Jul; 88(1 Suppl):S23-42.
32. Perrin, N., Ibrahim, R., Dürreleman, N., Basmadjian, A., Leroux, L., Demers, P., Modine, T., & Ali, W. B. (2022b). Bicuspid aortic valve stenosis: From pathophysiological mechanism, imaging diagnosis, to clinical treatment methods. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8.
33. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2011;364:2187–2198.
34. Kodali SK, Williams MR, Smith CR, et al. Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N Engl J Med*. 2012;366:1686–1695.
35. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, et al. Transcatheter or surgical aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. *N Engl J Med*. 2016;374:1609–1620.

36. Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, et al. Surgical or transcatheter aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. *N Engl J Med*. 2017;376:1321–1331.
37. Rosato S, Santini F, Barbanti M, et al. Transcatheter aortic valve implantation compared with surgical aortic valve replacement in low-risk patients. *Circ Cardiovasc Interv*. 2016;9.
38. Goebel N, Ahad S, Schaeufele T, et al. Transcatheter aortic valve implantation in patients at extremely high risk of perioperative mortality. *J Heart Valve Dis*. 2015;24:635–639.
39. Abramowitz Y, Chakravarty T, Jilaihawi H, et al. Comparison of outcomes of transcatheter aortic valve implantation in patients ≥ 90 years versus < 90 years. *Am J Cardiol*. 2015;116:1110–1115.
40. Tribouilloy C, Lévy F, Rusinaru D, et al. Outcome after aortic valve replacement for low-flow/low-gradient aortic stenosis without contractile reserve on dobutamine stress echocardiography. *J Am CollCardiol*. 2009;53:1865–1873.
41. Schaefer U, Zahn R, Abdel-Wahab M, et al. Comparison of outcomes of patients with left ventricular ejection fractions $\leq 30\%$ versus $\geq 30\%$ having transcatheter aortic valve implantation (from the German Transcatheter Aortic Valve Interventions Registry) *Am J Cardiol*. 2015;115:656–663.