



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO

CUANTIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA ESTENOSIS VALVULAR AÓRTICA: COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS UTILIZADOS, GRADO DE CONCORDANCIA ENTRE ELLOS Y ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE PUEDAN SER MOTIVO DE DISCREPANCIA

Ana López Cabrera

Grado en Medicina

Facultad de Medicina

Año Académico 2022-23

CUANTIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA ESTENOSIS VALVULAR AÓRTICA: COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS UTILIZADOS, GRADO DE CONCORDANCIA ENTRE ELLOS Y ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE PUEDAN SER MOTIVO DE DISCREPANCIA

Ana López Cabrera

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Medicina

Universitat de les Illes Balears

Año Académico 2022-23

Palabras clave del trabajo:

Estenosis aórtica, severidad, ecocardiograma, área valvular, gradiente de presión.

Nombre del Tutor del Trabajo: José Francisco Forteza Albertí

Nombre del Cotutor: Vicente Peral Disdier

Se autoriza a la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor/a		Tutor/a	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resumen

La patología aórtica estenosante de etiología degenerativa es la principal valvulopatía de nuestro medio, con un incremento exponencial ante el actual aumento de la esperanza de vida.

Su diagnóstico y evolución mediante procedimientos no invasivos como la ecocardiografía, postula dicha técnica como de elección por su rapidez, sencillez, bajo coste y baja morbi-mortalidad.

El método gold estándar para la cuantificación de la severidad de la estenosis aórtica mediante ecografía transtorácica es el cálculo del área valvular aórtica mediante la ecuación de continuidad.

Como cualquier parámetro presenta limitaciones principalmente ligadas a la incorrecta medición del diámetro del TSVI o la sobreestimación de la severidad en la disfunción sistólica. Por ello, no debe valorarse como parámetro aislado.

Debe evaluarse de manera conjunta con el gradiente de presión medio de la válvula aórtica y la relación de velocidades, teniendo en cuenta también las limitaciones de estos métodos como la incorrecta alineación Doppler del flujo aórtico, aumento o disminución del gasto cardíaco, HTA, etc.

De la muestra de pacientes estudiados (n=50) se pudo extraer que el método con peor concordancia fue el AVA por planimetría (18%) siendo el mejor el AVA por ecuación de continuidad (76%).

Además, solo se asoció con significancia estadística la estenosis aórtica severa por EC con HVI ($p=0,016$) e HAP ($p=0,033$), no encontrándose relación con otras variables como la HTA, fracción de eyección o parámetros de función diastólica, probablemente secundario al tamaño muestral.

Índice

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	5
2	MARCO TEÓRICO	5
2.1	ANATOMÍA TOPOGRÁFICA VALVULAR.....	5
2.2	ESTENOSIS AÓRTICA	6
2.2.1	FISIOPATOLOGÍA.....	6
2.2.2	ETIOLOGÍA.....	7
2.2.3	DIAGNÓSTICO.....	8
2.3	CUANTIFICACIÓN DEL GRADO DE SEVERIDAD	9
2.3.1	VELOCIDAD DEL FLUJO EN AORTA ASCENDENTE.....	9
2.3.2	GRADIENTE TRANSVALVULAR AÓRTICO.....	10
2.3.3	ÁREA VALVULAR AÓRTICA: ECUACIÓN DE CONTINUIDAD	12
2.3.4	ÍNDICE ADIMENSIONAL O RELACIÓN DE VELOCIDADES.....	14
2.3.5	PLANIMETRÍA DEL ÁREA VALVULAR AÓRTICA	14
2.4	LOW FLOW – LOW GRADIENT SEVERE AORTIC STENOSIS	15
3	METODOLOGÍA.....	17
4	RESULTADOS	19
5	CONCLUSIONES.....	20
6	ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	23
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La estenosis aórtica (EAo) es la valvulopatía más prevalente de los países desarrollados, con un auge en las últimas décadas por el aumento del envejecimiento de la población. La ecocardiografía transtorácica (ETT) es el método de elección para el diagnóstico y cuantificación de su severidad por sencillez, fácil acceso y bajo coste.

El objetivo principal del presente trabajo es comparar la concordancia de los métodos ecocardiográficos utilizados en la actualidad y discutir las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos. Además de comprobar si existe o no significancia estadística entre estenosis aórtica severa y diferentes variables medidas en el estudio.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANATÓMICA TOPOGRÁFICA VALVULAR

La válvula aórtica está formada por un complejo de estructuras que en su conjunto permiten el correcto funcionamiento de la eyección cardíaca. Dichas estructuras son los velos, comisuras, triángulos intercomisurales, unión sinotubular y la propia pared de la aorta en los senos de Valsalva (1,2).

Está formada por tres valvas denominadas semilunares, divididas en:

- Borde libre: Presenta una zona central engrosada que se denomina nódulo de Arancio, encargado de facilitar la coaptación entre velos.
- Cuerpo con una cara parietal (cóncava) y otra axial (convexa).
- Base de inserción en la pared aórtica y miocardio.

La estructura fibrosa que se forma de la inserción de los velos se denomina anillo aórtico, término que inspira una asunción geométrica circular que no es veraz, ya que presenta mayor tendencia a una forma elíptica.

Los triángulos comisurales topográficamente forman parte de la pared aórtica y funcionalmente lo hacen del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) confiriéndoles una relevante importancia en la dinámica de la eyección ventricular (3).

El triángulo entre el velo coronario derecho y el no coronario está situado junto a la aurícula derecha, contiguo al septo membranoso y en su defecto al haz de His. El triángulo comisural entre el velo izquierdo y el derecho está en proximidad con el tabique muscular; y el no coronario con la unión mitroaórtica y el velo mitral anterior (4).



Figura 1: AD: Aurícula derecha, AI: Aurícula izquierda, AOD: Arteria aorta descendente, SIA: Septo interauricular, SCD: Seno coronario derecho, SCI: Seno coronario izquierdo, SNC: Seno no coronario, VP: Válvula pulmonar, VT: Válvula tricúspide.

2.2 ESTENOSIS AÓRTICA

2.2.1 FISIOPATOLOGÍA

Para comprender las variables que interfieren en la cuantificación de la severidad de la estenosis aórtica debemos conocer la fisiopatología valvular.

En la estenosis aórtica se produce una apertura incompleta valvular durante la sístole ventricular con la consiguiente disminución del área del orificio valvular aórtico suponiendo una barrera al paso del flujo.

Esto provoca una sobrecarga de presión ventricular y a su vez un aumento de la poscarga y del gradiente de presión sistólico, cuyo mecanismo de compensación es la hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo con prolongación del tiempo de eyección ventricular.

Por este mecanismo compensador, se trata de una valvulopatía asintomática durante un largo periodo de tiempo presentando un riesgo de mortalidad anual inferior al 1%, con un aumento significativo cuando se inicia el desarrollo de síntomas.

El síntoma inicial suele ser con frecuencia la angina provocada tanto por la disminución de la perfusión del miocardio como por el aumento de consumo de oxígeno por la sobrecarga sistólica de presión.

En orden decreciente de supervivencia le precede el síncope de esfuerzo, ante la imposibilidad ventricular de mantener un gasto cardíaco que consiga una perfusión cerebral adecuada y/o activación de barorreceptores ventriculares que inhiben vías simpáticas vasoconstrictoras provocando una disminución brusca de la resistencia periférica total.

Posteriormente, la disnea inicialmente de esfuerzo, por el aumento de la presión capilar pulmonar como consecuencia de la congestión pulmonar pasiva o la insuficiencia cardíaca con disfunción sistólica severa de ventrículo izquierdo, pueden llegar a producir una mortalidad superior al 30% (5).

2.2.2 ETIOLOGÍA

La etiología degenerativa es la más frecuente en nuestra sociedad, seguida de la valvulopatía congénita o bicúspide y de la reumática. La estenosis aórtica por la existencia de una membrana subaórtica es menos frecuente y la estenosis aórtica supra-avalvular suele asociarse a síndromes congénitos complejos.

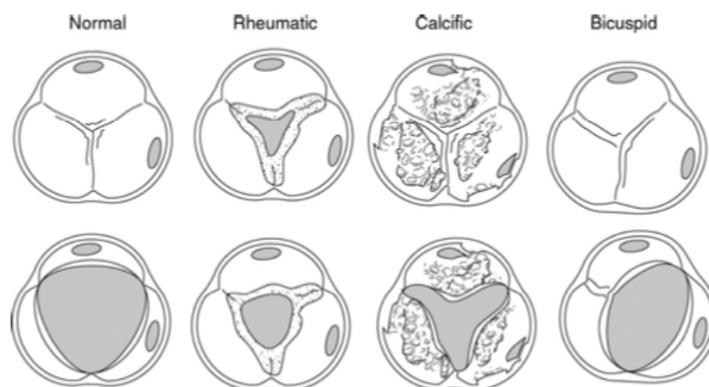


Figura 2: Área valvular aórtica en diástole (cerrada) y sístole (abierta) en función de su etiología.

2.2.3 DIAGNÓSTICO

La exploración física es de vital importancia para la detección precoz y la aproximación a la gravedad de la valvulopatía aórtica.

De forma específica, el pulso arterial es de pequeña amplitud por el volumen sistólico disminuido (parvus) y con un ascenso lento por la prolongación del tiempo de eyección (tardus).

La hipertrofia concéntrica prácticamente no aumenta el tamaño cardíaco, por lo que el latido de la punta se palpará en la misma localización, aunque de manera más amplia y sostenida. También se puede percibir el frémito sistólico provocado por el flujo turbulento de la sangre.

Claramente, la auscultación cardíaca es el hallazgo más característico con el clic de eyección inmediatamente después del primer ruido cardíaco, por la vibración de las valvas durante su apertura. Si la calcificación es severa, este clic no se percibe ya que las valvas son rígidas y no vibran.

Posteriormente se ausculta un soplo mesosistólico romboidal, rudo e intenso, irradiado a carótidas y ápex, provocado por el flujo sanguíneo turbulento a través de un área estenótica (soplo de eyección).

El segundo ruido (R2) puede desaparecer o presentar desdoblamiento paradójico si la estenosis es muy grave, al igual que puede aparecer un tercer ruido (R3) o cuarto ruido (R4) si se asocia a insuficiencia cardíaca.

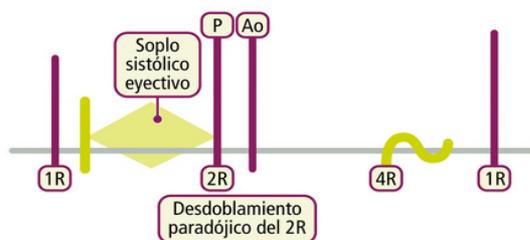


Figura 3: Representación gráfica de la auscultación cardíaca en la estenosis aórtica.

Dentro de las pruebas complementarias, el ecocardiograma transtorácico es de elección siendo imprescindible para el diagnóstico ya que nos permite evaluar la morfología de la válvula, la gravedad de la estenosis, el tamaño de las cavidades cardíacas y la repercusión en la función ventricular.

2.3 CUANTIFICACIÓN DEL GRADO DE SEVERIDAD

La ecografía permite el estudio anatomofuncional a través del uso de ondas sonoras con frecuencias por encima de 1 MHz. La generación de los ultrasonidos se produce a través de cristales piezoeléctricos sometidos a un campo eléctrico, que, deformando las caras de este, generarán ondas ultrasónicas.

Se caracterizan por propagarse en forma de haz, regirse por las leyes físicas de reflexión/refracción y ser reflejadas por pequeñas estructuras.

Los modos de estudio del corazón en ecocardiografía son:

- Modo M.
- Técnica bidimensional.
- Técnica Doppler.

El área de apertura normal de la válvula aórtica es 3 – 4 cm² con un flujo transvalvular máximo < 2 m/s.

La velocidad máxima del flujo de la aorta ascendente, el gradiente medio transvalvular y el área valvular por ecuación de continuidad son los parámetros más validados para la cuantificación de la severidad, siendo recomendable la integración de todos estos para conseguir una correcta determinación.

2.3.1 VELOCIDAD DEL FLUJO EN AORTA ASCENDENTE

La velocidad máxima del flujo aórtico se mide mediante Doppler continuo en los planos apicales de cinco y tres cámaras; y paraesternal derecho. La valoración de la vía paraesternal debe realizarse sistemáticamente, ya que obtiene velocidades mayores que por vía apical, aunque exige una mayor destreza del ecografista.

En caso de mala ventana acústica, puede utilizarse de manera alternativa la ventana supraesternal y subcostal. Debe seleccionarse el registro con mayor velocidad y definición.

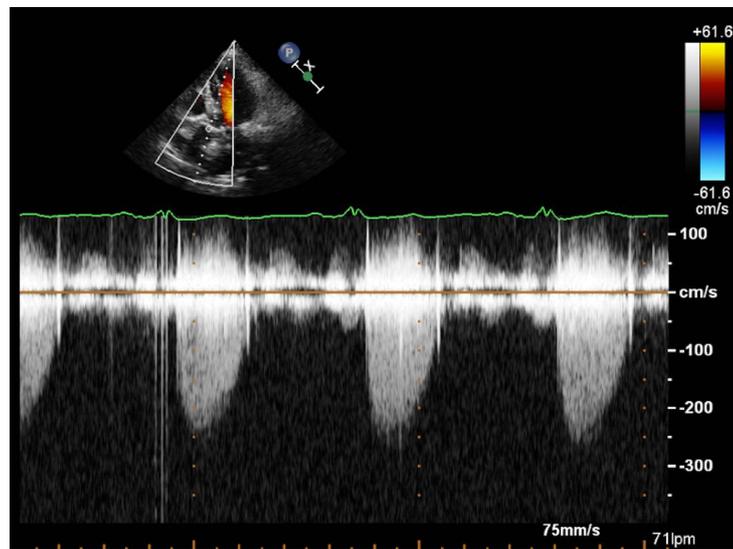


Figura 4: Plano apical 5 cámaras con medición del flujo aórtico mediante Doppler continuo.

2.3.2 GRADIENTE TRANSVALVULAR AÓRTICO

El gradiente de presión mide la diferencia de presión entre dos cavidades contiguas, obtenido a partir de las velocidades aórticas mediante el cálculo de la ecuación de Bernoulli simplificada basada en el principio de conservación de la energía:

$$\text{Ecuación de Bernoulli: } \Delta P = 4 \times V^2$$

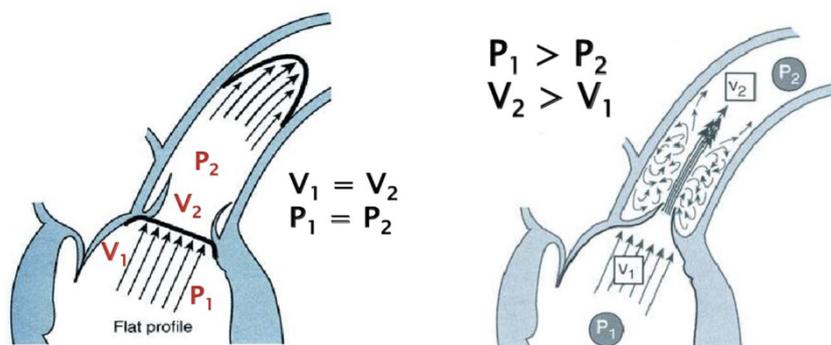


Figura 5: Representación gráfica de la Ecuación de Bernoulli.

El haz de ultrasonidos debe ser paralelo al flujo aórtico, interceptando el flujo central y no el periférico mediante el uso de Doppler continuo.

Se calcula el gradiente máximo (Gr máx) como máxima diferencia de presión existente entre la aorta y el ventrículo izquierdo. El pico del gradiente aparecerá más tardíamente durante la sístole cuanto mayor sea la severidad.

$$\text{Gr Max: } \Delta P \text{ Mx} = 4 \times V \text{ Mx}^2$$

El gradiente medio (Gr med) se obtiene con la media de todos los gradientes máximos instantáneos durante el periodo eyectivo. El cálculo se realiza automáticamente mediante el trazo del borde externo de la curva de velocidad aórtica. A mayor severidad la curva será más redondeada y la velocidad máxima en telesístole. En casos de obstrucción leve, el pico es protosistólico y la curva de velocidad presenta una forma triangular.

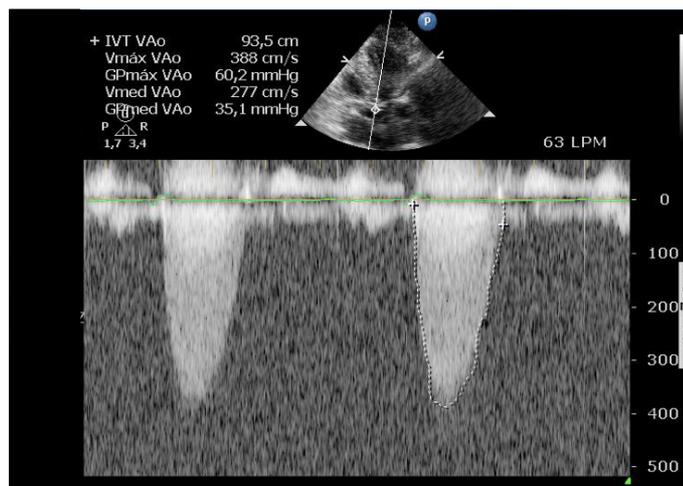


Figura 6: Plano apical 5 cámaras con medición del gradiente medio aórtico mediante Doppler continuo.

Aunque presenta una buena correlación, existen limitaciones técnicas a valorar:

- *Alineación doppler con la dirección del flujo aórtico:* Pequeños errores de alineación infraestiman los valores obtenidos. El grado de infraestimación es < 5% si la angulación es inferior a 150°.

- *Volumen de flujo*: Es la principal limitación de las mediciones Doppler. Situaciones que produzcan un aumento del gasto cardíaco como el ejercicio físico, anemia, hipertiroidismo o insuficiencia aórtica grave, aumentarán la velocidad y los gradientes de presión. De manera inversa, las que supongan un bajo gasto cardíaco con la hipovolemia, disfunción ventricular o HTA los disminuirán.
- *Hipertensión arterial*: Causa frecuente de infraestimación, si la presión arterial sistólica es superior a 140 mmHg, debería repetirse el estudio.
- *Arritmia*: El existir un gradiente de presión diferente entre los latidos, en caso de fibrilación auricular debe realizar la media de 5-10 latidos y si hay extrasístoles, evitar el latido post extrasistólico.
- *Fenómeno de recuperación de presiones (FRP)*: Puede producir una sobreestimación en los casos de aorta ascendente hipoplásica (< 30 mm), ya que el gradiente de presión entre TSVI y vena contracta postestenosis puede ser menor que el obtenido por medición.

2.3.3 ÁREA VALVULAR AÓRTICA: ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

El cálculo del área valvular aórtica (AVA) se basa en el principio de conservación de la masa que determina que el flujo antes de la estenosis es igual al de después de la estenosis. Asumiendo que el área valvular aórtica es circular:

$$Vol_{TSVI} = Vol_{AA} ; A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 ; A_2 = (A_1 \times V_1) / V_2$$

Siendo A_1 : área del TSVI; A_2 : área valvular aórtica; V_1 : velocidad en el TSVI; V_2 : velocidad en aorta ascendente; Vol_{TSVI} : volumen eyectivo en el TSVI; Vol_{AA} : volumen sistólico en aorta ascendente.

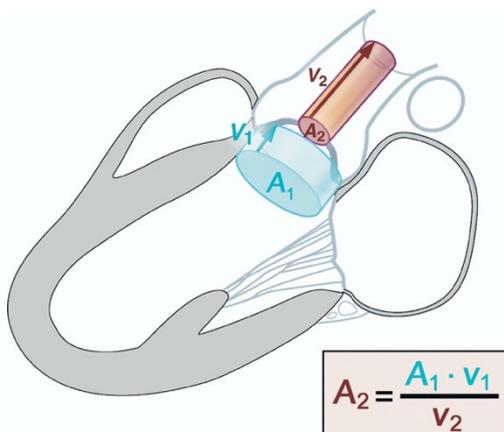


Figura 7: Representación gráfica de la ecuación continuidad.

El volumen del flujo se calcula con el producto del área de sección por la integral velocidad tiempo (VTI) del flujo.

$$AVA = 0,785 \times D_{TSVI}^2 \times VTI_{TSVI} / VTI_{aórtico}$$

Es importante definir el diámetro máximo del TSVI por la infraestimación del área debido a su morfología ovoide. La correcta medición debe hacerse a 5 – 10 mm del plano valvular, utilizando el plano paraesternal longitudinal, en mesosístole y de borde a borde interno del TSVI. Aunque en la práctica clínica la medición se realiza en el lugar de implantación de las sigmoideas valvulares.

La medición del VTI_{TSVI} se realiza en el plano apical 5 cámaras mediante Doppler pulsado en el TSVI en la misma localización donde se ha medido el diámetro máximo, justo por debajo de la válvula aórtica.

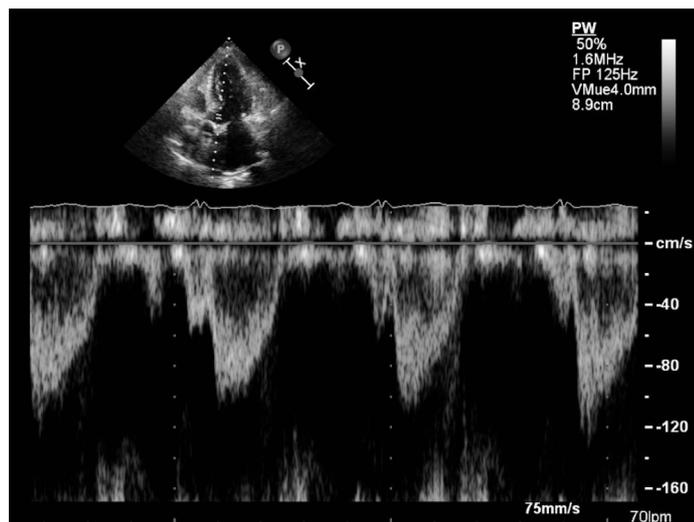


Figura 8: Plano apical 5 cámaras con medición de VTI_{TSVI} mediante Doppler pulsado.

En cuanto a las limitaciones en el cálculo del AVA hay que tener en cuenta:

- *Volumen de flujo*: El cálculo del volumen eyectivo a nivel del TSVI es la principal fuente de error para la cuantificación del AVA. Un menor volumen latido por disfunción sistólica sobreestima la severidad.

- *Diámetro del TSVI:* Es una causa muy frecuente de error ya que se asume que el TSVI es circular. En numerosos estudios realizados con otras técnicas de imagen se ha corroborado que la gran mayoría de pacientes con estenosis aórtica tienen un TSVI de forma elíptica, infraestimándose de forma sistemática el cálculo del AVA. Además, el error se eleva al cuadrado.
- *Gradiente dinámico intraventricular.* En este caso se produce una aceleración en telesístole del flujo a nivel del TSVI. Por ejemplo, provocado por una miocardiopatía hipertrófica obstructiva o ante la existencia de una membrana subaórtica.

2.3.4 ÍNDICE ADIMENSIONAL O RELACIÓN DE VELOCIDADES

La relación de velocidades o VTI del TSVI y de la aorta, es independiente del volumen de flujo y de la medición del diámetro del TSVI, ambas, motivos frecuentes de error en la estimación de la severidad, por lo que es útil en el pronóstico.

$$\begin{aligned} \text{Relación de velocidades máximas} &= V_{\text{TSVI}} / V_{\text{aórtica}} \\ \text{Relación de VTI} &= \text{VTI}_{\text{TSVI}} / \text{VTI}_{\text{aórtica}} \end{aligned}$$

2.3.5 PLANIMETRÍA DEL ÁREA VALVULAR AÓRTICA

Mediante el plano paraesternal transversal puede obtenerse una impresión visual del área valvular aórtica anatómica. Debe identificarse el área mínima y no medir a nivel más proximal de las cúspides, especialmente en la estenosis aórtica congénita, por su apertura valvular en cúpula. De igual manera, suele ser insuficiente la calidad de la imagen ecocardiográfica transtorácica para considerarla un parámetro fiable.

No obstante, la calidad es a menudo insuficiente para realizar una adecuada planimetría (6).



Figura 9: Plano paraesternal transversal para medición por planimetría del área valvular.

2.4 LOW FLOW – LOW GRADIENT SEVERE AORTIC STENOSIS

La estenosis aortica severa denominada como “clásica”, presenta concordancia entre todos los parámetros descritos en cuanto al grado de severidad. El AVA es $\leq 1 \text{ cm}^2$, AVA index $\leq 0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, VA GP med $\geq 40 \text{ mmHg}$ y un ratio VTI $\leq 0,25$.

Es la forma de presentación más habitual, sin plantear dudas a la hora de su diagnóstico.

La complejidad diagnóstica se plantea ante pacientes con bajo gradiente paradójico conocido como “low flow – low gradient”. Está definido por AVA $\leq 1 \text{ cm}^2$ pero con VA GP med $< 40 \text{ mmHg}$ y fracción de eyección preservada, considerando bajo flujo a un volumen latido indexado $< 35 \text{ ml}/\text{m}^2$.

Es más frecuente en el sexo femenino, pacientes con hipertensión arterial, con ventrículos de pequeño tamaño e hipertróficos. Suelen presentar una fisiología restrictiva con deterioro de la contractibilidad aun teniendo una función de eyección ventricular conservada (5).

Algunos autores como Hahicha et al. se inclinan hacia la teoría de que puede tratarse de una entidad más avanzada y con peor pronóstico, mientras que otros lo hacen hacia un pronóstico más cercano a la estenosis aórtica moderada.

Si el paciente presenta las mismas características (AVA $\leq 1 \text{ cm}^2$ con VA GP med $< 40 \text{ mmHg}$ y volumen latido indexado $< 35 \text{ ml}/\text{m}^2$) pero con disfunción ventricular izquierda ($\leq 40\%$), la ecocardiografía de estrés con dobutamina permitirá diferenciar la pseudoestenosis de una estenosis aortica grave.

En este caso la severidad se sobreestima por la apertura incompleta de la válvula en un contexto de bajo flujo y baja fracción de eyección. Si durante la infusión de la dobutamina se aprecia un aumento de la reserva contráctil (volumen/latido) $> 20\%$, con un aumento del área valvular con mínimo o ausente aumento del gradiente medio se considerará una pseudoestenosis aórtica (8).

Sin embargo, en situaciones en las que la disfunción ventricular es secundaria a cardiopatía isquémica y por tanto la reserva contráctil está disminuida o en las que exista inestabilidad hemodinámica del paciente, no se puede estimar la severidad de la valvulopatía a través de este método. Siendo necesarias otras técnicas de imagen como la tomografía computarizada cardíaca con el uso de las unidades Agatston en la evaluación de la calcificación valvular o ecocardiografía transesofágica (ETE) 3D.

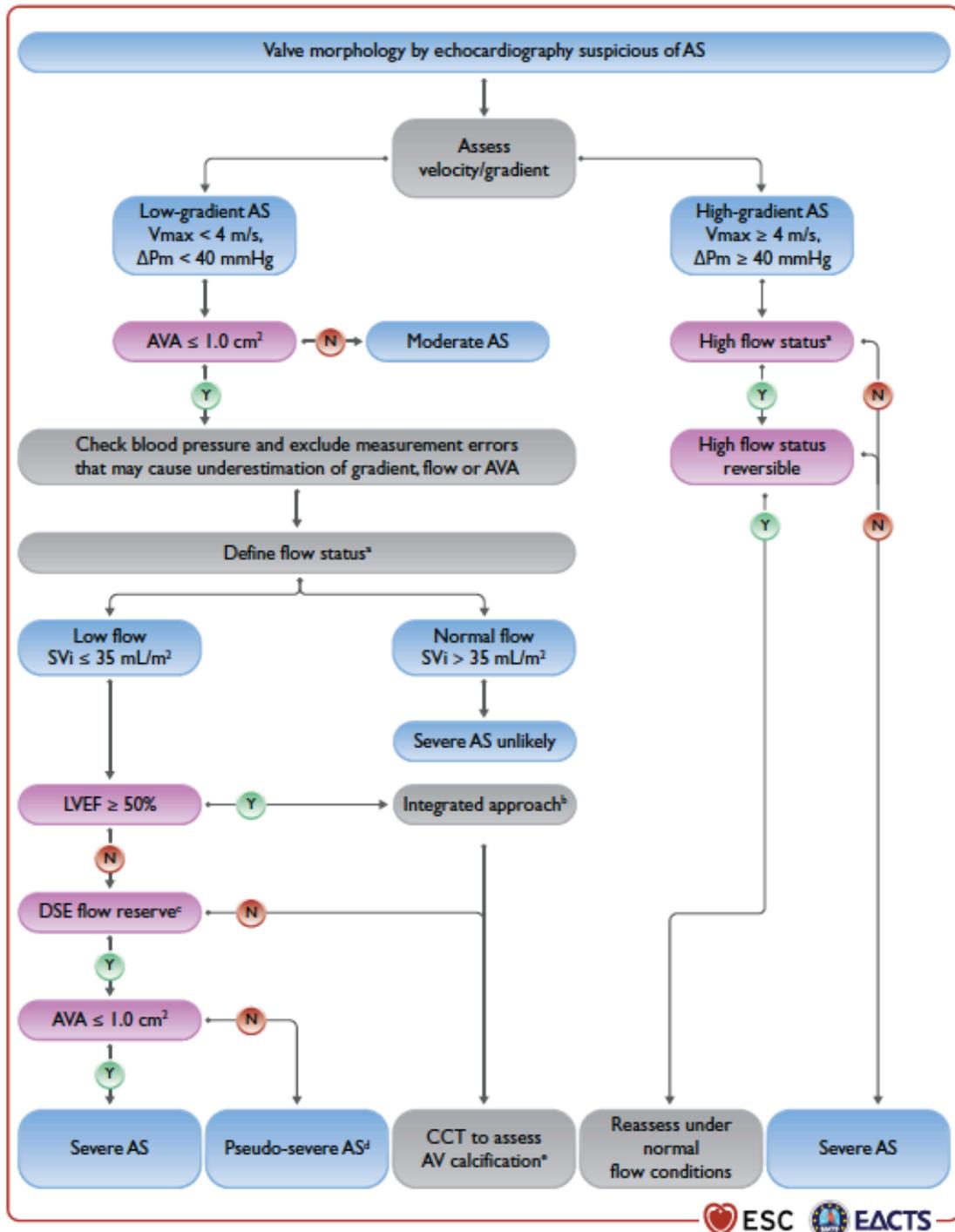


Figura 10: Algoritmo diagnóstico estenosis aórtica según guías clínicas ESC/EACTS 2021. AS: Estenosis aórtica, AVA: Área valvular aórtica, LVEF: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo, DSE: ecocardiografía de estrés con dobutamina, SV_i: Volumen latido indexado, CCT: Tomografía computarizada cardíaca.

3 METODOLOGÍA

Revisión y extracción de datos retrospectivamente de la base de datos ecocardiográfica EchoPAC® (General Electric Healthcare) de una muestra (n = 50) de estudios realizados a pacientes con estenosis aórtica de diferente severidad en el servicio de Cardiología del Hospital Universitario Son Espases durante el año 2015 y 2016.

Los criterios de exclusión de pacientes de esta revisión fueron:

- Presencia de arritmias, principalmente fibrilación auricular durante el estudio, para evitar utilizar el promedio de al menos 5 latidos para la obtención de las mediciones.
- Mala ventana acústica que implique posibles errores de alineación de Doppler.
- Estudios incompletos sin la adquisición de todos planos ecocardiográficos necesarios para la medición de todas las variables a estudio.

Las variables cuantitativas estudiadas e incluidas en el análisis fueron las siguientes:

VARIABLE CUANTITATIVA	Mediana (IQR)
EDAD (años)	84 (16)
SC (m ²)	1,69 (0,33)
FEVI (%)	58 (15,25)
LAEDV index (ml/m ²)	39,11 (19,38)
Vfd VI (ml)	78 (53,25)
Vfs VI (ml)	32 (40,5)
SIVd (mm)	11 (3,55)
PPVId (mm)	10 (3)
Diámetro TSVI (mm)	21(1,25)
Ratio VTI	0,36 (0,19)
TSVI VTI (cm)	22,90 (8,05)
VA GP máx (m/s)	24,82 (24,06)
VA GP medio (m/s)	15,79 (15,79)
VTI VA (cm)	54,90 (32,97)
AVA EC (cm ²)	1,20 (0,7)
AVA EC index (cm ² /m ²)	0,68 (0,35)
AVA planimetría (cm ²)	1,20 (0,7)
E' promedio (m/s)	6,25 (3,12)
Vel E/M (cm/s)	89 (40)
E/E'	13,07 (7,47)

Por otro lado, las variables cualitativas fueron:

VARIABLE CUALITATIVA	%
Sexo: hombre	23
Sexo: mujer	27
HTA (PAS > 140 mmHg)	42
Insuficiencia mitral	54
Insuficiencia aórtica	52
Hipertensión arterial pulmonar	26

Las recomendaciones actuales de las diferentes sociedades científicas (ESC y AHA/ACC) sobre los criterios de cuantificación de severidad de la estenosis aórtica son las siguientes:

	LIGERA	MODERA	SEVERA
Ratio VTI	$\geq 0,36$	0,35 – 0,26	$\leq 0,25$
VA GP medio (m/s)	≤ 29	30 – 39	≥ 40
AVA EC (cm²)	$\geq 1,6$	1,5 – 1,1	≤ 1
AVA EC index (cm²/ m²)	$\geq 0,86$	0,85 – 0,61	$\leq 0,6$
AVA planimetría (cm²)	$\geq 1,6$	1,5 – 1,1	≤ 1

Una vez recogidos todos los datos, basándome en los criterios descritos en la tabla superior he categorizado de manera individual el grado de severidad de cada uno de estos métodos ecocardiográficos en cada uno de los pacientes.

Por ejemplo, en el paciente nº 4 los datos obtenidos son:

- Ratio VTI = 0,33; por lo que se categorizaría como estenosis aórtica moderada.
- VA GP medio = 19 m/s; EAo ligera.
- AVA EC = 0,9 cm²; EAo severa.
- AVA EC index = 0,67 cm²; EAo moderada.
- AVA planimetría = 0,6 cm²; EAo severa.

Puede apreciarse como en un mismo estudio pueden existir discrepancias a la hora de cuantificar la severidad en función de la técnica utilizada y de las limitaciones descritas en el punto 2.4.3.

A partir de esta clasificación he establecido el grado de concordancia entre variables, agrupándolos en siete subgrupos como se describe a continuación, para así calcular el porcentaje de concordancia respecto al total de la muestra:

- Concordancia entre todos los parámetros (VTI, VA GP medio, AVA EC, AVA EC index y AVA por planimetría).
- Concordancia entre VTI, VA GP medio, AVA EC y AVA EC index.
- Concordancia entre VTI, VA GP medio y AVA EC.
- Concordancia entre VTI y VA GP medio.
- Concordancia entre VTI y AVA EC.
- Concordancia entre AVA EC y GP medio.
- Concordancia entre AVA EC y AVA EC index.

Una vez conocido el grado de concordancia entre métodos, además, se valoró la relación estadística entre la estenosis aórtica severa y las variables más relevantes estudiadas, exponiendo sus resultados y conclusiones a continuación.

4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos respecto al grado de concordancia entre métodos de cuantificación de la severidad fue la descrita en la siguiente tabla:

CONCORDANCIA	FRECUENCIA	% TOTAL MUESTRA
Todos los parámetros	9	18
VTI, VA GP medio, EC y EC index	17	34
VTI, VA GP medio y EC	18	36
VTI y VA GP medio	30	60
VTI y EC	29	58
EC y GP medio	20	40
EC y EC index	38	76

El método diagnóstico considerado como gold estándar es el cálculo del área valvular por ecuación de continuidad:

SEVERIDAD (AVA EC)	FRECUENCIA	% TOTAL MUESTRA
LIGERA	13	26
MODERA	19	38
SEVERA	18	36

Mediante regresión logarítmica se evaluó la relación entre estenosis aórtica severa por EC ($AVA \leq 1 \text{ cm}^2$) y las siguientes variables: edad, sexo, HTA (PAS > 140 mmHg), HVI (SIVd > 11 mm), IM, HAP, FEVI, Vfd VI y E/E'.

	p	OR	IC 95% (INFERIOR)	IC 95% (SUPERIOR)
Edad	0,596	1,022	0,943	1,108
Sexo	0,142	3,100	0,684	14,055
HTA	0,810	1,207	0,261	5,582
HVI	0,016	7,358	1,453	37,260
Vfd VI	0,710	1,005	0,980	1,030
FEVI	0,132	1,052	0,985	1,124
E/E'	0,279	0,891	0,724	1,098
IM	0,250	2,725	0,494	15,035
HAP	0,033	9,260	1,202	71,339

Se asocia de forma significativa la EAo severa por EC ($AVA \leq 1 \text{ cm}^2$) con HVI ($p = 0,016$; OR 7,4; IC 95% 1,4 – 37,3) e HAP ($p = 0,033$; OR 9,3; IC 95% 1,2 – 71,3). Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas con edad, sexo, HTA, Vfd VI, FEVI, IM ni con parámetros de función diastólica (E/E').

5 CONCLUSIONES

Como primera conclusión puede extraerse que el cálculo por planimetría del área valvular es una técnica poco fiable, que solo puede tenerse en cuenta cuando la ventana acústica es de muy buena calidad para que así la medición sea lo más precisa posible. En nuestra muestra solo en el 18% de los casos el área valvular medida por planimetría concordaba con el resto de los parámetros.

En este sentido la ecocardiografía transesofágica al proporcionar una calidad visual muy superior nos permitirá realizar la medición por planimetría con mayor exactitud evitando asunciones geométricas. Aunque la presencia de calcificación severa puede limitar la correcta delineación del orificio. De igual forma, no se considera como la técnica de primera elección para cuantificar el grado de severidad.

Por otro lado, los métodos con mayor concordancia son el AVA por EC y AVA EC index (76%), es coherente al tratarse de métodos diagnósticos similares. Se aconseja indexar el AVA especialmente cuando la superficie corporal es $< 1,5 \text{ m}^2$, la altura $< 135 \text{ cm}$ o el índice de masa corporal $< 22 \text{ kg/m}^2$.

Aunque desde el punto de vista teórico, el AVA es el parámetro de cuantificación ideal ya que los gradientes transvalvulares son dependientes de flujo, motivo por el que existe una mala correspondencia entre el VA GP medio y el AVA EC (40%). No debe usarse de manera aislada para la toma de decisiones clínicas, sin considerar el volumen sistólico en caso de disfunción sistólica, la función ventricular, el grado de calcificación y la presencia de una aceleración del flujo a nivel del TSVI que produzca su obstrucción.

Por supuesto, debe revisarse que la medición del diámetro del TSVI sea correcta, ya que es la causa más frecuente de error e infraestimación del área. Además, se deben tener en cuenta la presencia de otras valvulopatías que puedan interferir en la valoración del flujo. En este caso sería la presencia de insuficiencia aórtica significativa que sobreestime la velocidad máxima de la estenosis o la presencia de insuficiencia mitral que interfiera con el flujo aórtico.

En nuestra revisión no se apreció relación estadística significativa ($p=0,25$), aunque si eran valvulopatías concomitantes es más del 50% de nuestra muestra (52% de los pacientes tenían insuficiencia y estenosis aórtica; y 54% de los pacientes tenían insuficiencia mitral y estenosis aórtica). Solo en el 6% de los pacientes la estenosis aórtica considerada severa por ecuación de continuidad era la única valvulopatía presente.

Como se ha descrito anteriormente el VA GP med es dependiente de flujo por lo que sus principales limitaciones son la correcta alineación de la angulación del Doppler durante la medición del flujo para no infraestimar el resultado y la coexistencia de situaciones que provoquen una variación del gasto cardíaco y por tanto del volumen de flujo como la disfunción ventricular o la hipertensión arterial que disminuirán la velocidad y el gradiente.

El 42% del total de nuestros pacientes presentan HTA ($PAS > 140$ mmHg), de ese porcentaje el 67% tiene un VA GP med < 30 m/s respecto al resto de métodos de cuantificación que clasifican la severidad de la estenosis como moderada o severa. De igual manera ocurre con el 14% de los pacientes que presentan una fracción de eyección deprimida ($< 40\%$) con VA GP med < 30 m/s. Por lo que se corrobora que no se debe considerar de manera individual como método de elección.

Ante todas estas limitaciones y errores frecuentes nos encontramos con la relación de VTI que es independiente del flujo y que no precisa de la medición del diámetro del TSVI, siendo una alternativa muy interesante en la cuantificación de la severidad.

Por otro lado, ante la discordancia entre los métodos no debemos olvidar la variante “Low flow – low gradient” y la actuación a seguir en cada caso. En nuestra muestra un 10% de los pacientes presentan $AVA \leq 1 \text{ cm}^2$ con VA GP med $< 40 \text{ mmHg}$, volumen latido indexado $< 35 \text{ ml/m}^2$ y FEVI $< 40\%$, por lo que podrían tratarse de esta variante. Como se ha comentado anteriormente, sería necesaria una ecocardiografía de estrés para su diagnóstico definitivo.

De todas las variables incluidas en el análisis multivariante solo se aprecia significancia estadística entre la estenosis aórtica y la HVI ($p=0,016$) e HAP ($p=0,033$). Siendo la HVI el mecanismo de compensación y la HAP un mecanismo secuencial ante la sobrecarga de presión. Probablemente no se ha podido demostrar la relación estadística con el resto de variables por el tamaño muestral.

En definitiva, el pronóstico y la actitud terapéutica de indicación de sustitución valvular aórtica, ya sea quirúrgica o por vía percutánea, se basa actualmente en el diagnóstico en función de datos fundamentalmente ecocardiográficos y en la presencia de sintomatología. Una vez establecida la indicación según las recomendaciones de las guías de práctica clínica, se realiza una estratificación del riesgo del paciente para decidir una actitud u otra.

6 ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AVA	Área valvular aórtica
AVA index	Área valvular aórtica indexada
E	Onda E: Llenado pasivo del ventrículo izquierdo
EAO	Estenosis aórtica
EC	Ecuación de continuidad
ETE	Ecocardiografía transesofágica
ETT	Ecocardiografía transtorácica
FEVI	Fracción de eyección del ventrículo izquierdo
GP máx	Gradiente máximo de presión de la válvula aórtica
GP medio	Gradiente medio de presión de la válvula aórtica
HAP	Hipertensión arteria pulmonar
HTA	Hipertensión arterial
HVI	Hipertrofia ventricular izquierda
IAo	Insuficiencia aórtica
IC	Intervalo de confianza
IM	Insuficiencia mitral
IQR	Rango intercuartil
LAEDV index	Volumen indexado de la aurícula izquierda en diástole
OR	Odds Ratio
PAS	Presión arterial sistólica
PPVld	Grosor de la pared posterior del ventrículo izquierdo en diástole
SC	Superficie corporal

SIVd	Grosor del septum interventricular en diástole
TSVI	Tracto de salida del ventrículo izquierdo
VA	Válvula aórtica
Vfd VI	Volumen final diastólico del ventrículo izquierdo
Vfs VI	Volumen final sistólico del ventrículo izquierdo
VTI	Integral velocidad tiempo

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sievers H-H, Hemmer W, Beyersdorf F, et al. The everyday used nomenclature of the aortic root components: the tower of Babel? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41(3):478–482. Disponible en: doi:10.1093/ejcts/ezr093.
2. Anderson RH. Clinical anatomy of the aortic root. *Heart.* 2000;84(6):670–673.
3. Lansac E, Lim HS, Shomura Y, et al. A four - dimensional study of the aortic root dynamics. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(4):497 – 503.
4. Anderson RH. The surgical anatomy of the aortic root. *Multimedia Manual of Cardio-Thoracic Surgery.* 2007;2007(0102):2527–0. Disponible en: doi:10.1510/mmcts.2006.002527.
5. Laso FJ. Introducción a la medicina clínica: Fisiopatología y semiología. 3ª ed. Ed. Madrid: Elsevier Masson; 2015.
6. Evangelista A. Manual de Ecocardiografía Clínica. 1ª ed. Barcelona: CTO; 2018.
7. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, et al. Recommendations on the Echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the european association of cardiovascular imaging and the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2017;30:372–92.
8. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2021;00:1-72.