



MATERIA 2 LECCIÓN 2

DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN EN CARDIOLOGÍA

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

1. INTRODUCCIÓN

La ecocardiografía-Doppler es una técnica de exploración cardíaca de las denominadas incruentas porque no requieren la introducción de catéteres en el sistema vascular. Permite observar las estructuras cardíacas y estudiar su función mediante la utilización de ultrasonidos. En esta denominación se incluyen varias modalidades que se complementan y que han hecho de la técnica un instrumento indispensable en la evaluación integral del paciente cardíaco. Su rápido desarrollo ha sido paralelo al desarrollo de la alta capacidad de procesamiento de la informática, lo que ha permitido una exactitud cada vez mayor, incluso en alguna enfermedad superior a la del cateterismo cardíaco, todo ello causando molestias mínimas o nulas para los pacientes.

2. ECOCARDIOGRAFÍA MODO M, BIDIMENSIONAL, TRIDIMENSIONAL Y DOPPLER

Existen cuatro modalidades de aplicación de los ultrasonidos para el estudio del corazón y los grandes vasos. La primera es la ecocardiografía de una dimensión para interfases en movimiento, denominada **modo M**, que consiste en dirigir el haz de sonido hacia las estructuras cardíacas y recoger así imágenes de los ecos reflejados en las interfases producidas por cambios de densidad acústica. El tiempo transcurrido desde la emisión del sonido hasta la recepción del eco se convierte en una representación gráfica de las distancias entre cada interfase y el transductor. Si se desplaza el haz de sonido a través de un sector, en un barrido similar al que realiza una pantalla de radar, se obtiene la segunda modalidad denominada **ecocardiografía bidimensional** o **eco-2D**, que permite el estudio de la anatomía cardíaca por planos y en movimiento real.

Las dos técnicas descritas deben considerarse complementarias en la valoración global del corazón. Así, aunque el estudio con modo M tiene la limitación de la falta de resolución lateral y de la escasa orientación espacial de las estructuras, su resolución axial es excelente y proporciona una imagen de límites precisos que permite efectuar medidas muy exactas de las distancias entre interfases. Por ello, continúa utilizándose para determinar las dimensiones de las cavidades y los espesores de las paredes del ventrículo izquierdo (VI) por las que atraviesa y para analizar sus movimientos durante el ciclo cardíaco, al igual que el de las estructuras valvulares. De estas dimensiones se pueden derivar cálculos, como los volúmenes y la masa del VI. La técnica bidimensional, en cambio, proporciona imágenes de casi todas las estructuras cardíacas y una excelente orientación espacial debido a la buena resolución lateral, pero con menor resolución axial.

Como cualquier técnica diagnóstica en medicina, los ultrasonidos que, a diferencia de otras técnicas, no tienen efectos secundarios a los niveles de frecuencia que se utilizan en clínica, tienen limitaciones que vienen derivadas esencialmente de la **dificultad que tienen de atravesar el aire y la grasa**, con la consiguiente pérdida de definición de la imagen en un 5-10 % de las exploraciones realizadas con la técnica estándar o transtoráci-

ca (ETT). Si bien ésta dificultad se ha superado en gran parte con la introducción de mejoras técnicas como el segundo armónico, finalmente se pudo soslayar con la aplicación de la técnica a través de transductores que se introducen por **vía transesofágica (ETE)** para aprovechar la íntima relación entre el esófago y el corazón. Con la introducción de esta modalidad en la década de los 80, se extendió su aplicación para el diagnóstico y monitorización de los pacientes que son intervenidos de cirugía cardíaca (ecocardiografía intraoperatoria) o de otras cirugías de alta complejidad. Así se consigue un mayor y más inmediato control de los resultados de la cirugía y se pueden realizar correcciones que el cirujano podrá evaluar en el quirófano. La excelente calidad de imagen consigue la visualización de estructuras de pequeño tamaño (2-3 mm) como las **vegetaciones** por lo que se requiere como criterio diagnóstico de la **endocarditis infecciosa, en el diagnóstico de las disfunciones protésicas, de la patología de la aorta y en la reparación de la válvula mitral, entre otras patologías.**

En los últimos 5 años hemos asistido a la incorporación de la última modalidad que era la evolución esperada. Se trata de la **técnica tridimensional o eco-3D** que venía desarrollándose desde hace dos décadas y finalmente se ha hecho realidad tanto en su aplicación con transductores transtorácicos como transesofágicos (ETE-3D). Su gran ventaja es que las imágenes que consigue son de fácil interpretación, no precisan mucho entrenamiento para su comprensión y ofrecen una gran información que además no precisa de asunciones geométricas en medidas como los volúmenes del VI. La cuantificación se realiza habitualmente tras la exploración.

3. VALVULOPATÍAS

En nuestro medio, la prevalencia de las valvulopatías ha cambiado y en la actualidad **predominan las de causa degenerativa como la estenosis aórtica (EA) y la insuficiencia mitral (IM), mientras que la insuficiencia aórtica (IA) y la estenosis mitral (EM) son menos frecuentes.**

Como en cualquier proceso patológico, la valoración clínica es el primer paso en el diagnóstico y en la evaluación de la gravedad de las valvulopatías. Y es precisamente en este capítulo de la cardiología, donde la ecocardiografía ha demostrado ampliamente su utilidad al confirmar la sospecha clínica, cuantificar la importancia de las lesiones y establecer su pronóstico.

En la evaluación de la gravedad se debe verificar la consistencia de los diferentes parámetros ecocardiográficos y de éstos con la anatomía y mecanismos causantes.

4. ESTENOSIS AÓRTICA

4.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO: MODO M, ECO-2D Y ECO-3D

La EA, tanto congénita como del adulto, al igual que otras causas de obstrucción del tracto de salida del VI, como la estenosis aórtica subvalvular fija o membranosa, **se diagnostica con precisión por eco-2D, pero la cuantificación de su gravedad se realiza por Doppler.**

La válvula aórtica normal tiene tres cúspides con un **área del orificio de 3 a 4 cm²**. La degeneración de sus sigmoideas da lugar a un progresivo proceso de esclerosis con engrosamiento y calcificación que reducen su movilidad y el área de apertura. **La imagen de eco-2D valora toda la estructura valvular, el grado de calcificación, define su anillo, el área subvalvular y el diámetro del anillo.** Y en la mayoría de ocasiones permite **definir si se trata de una válvula bi (figura 1) o tricúspide** e incluso con ETE puede definirse con precisión su área de apertura. Si se trata de una EA congénita podremos ver su apertura en cúpula sistólica que puede pasar desapercibida en el registro *modo-M*. También podemos estudiar la coexistencia de otras afectaciones valvulares.

A diferencia de lo que veremos con la válvula mitral, la experiencia es escasa con *eco-3D* de la válvula aórtica y hay pocos estudios que evalúan el grado de EA con la planimetría del área de apertura, entre otros

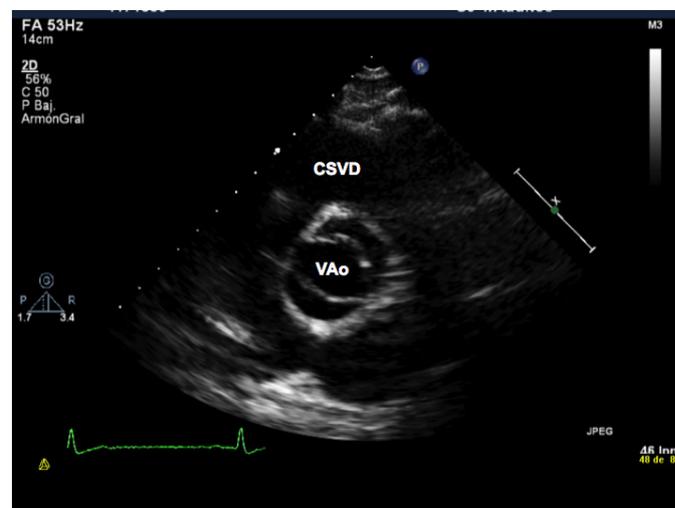


Figura 1. Eco-2D, Plano paraesternal eje corto de una válvula aórtica bicúspide que muestra su área de apertura ligeramente reducida y con ambas sigmoideas de dimensiones muy similares.

CSVD: cámara de salida del ventrículo derecho.

motivos porque una estructura tridimensional como la válvula aórtica puede estudiarse con eco-3D, pero no siempre es posible obtener una imagen del orificio valvular en un plano. En cualquier caso, la posibilidad de analizar la anatomía de la válvula en toda su extensión y con la precisión que consigue el **ETE-3D** confirma su utilidad como método diagnóstico. **Esta nueva modalidad que estudia tanto la válvula como el TSVI, el anillo aórtico, la raíz y los primeros centímetros de la aorta ascendente**, se aplica también en la medición del anillo que es necesaria para la implantación de prótesis aórticas por vía percutánea técnica que, a la luz de sus primeros resultados, parece ser una alternativa viable al recambio tradicional por esternotomía, en pacientes seleccionados.

4.2. DOPPLER

La velocidad de la sangre y el gradiente de presión que se establece a los dos lados del orificio estenótico aumentan a medida que se reduce el área aórtica, como describe la ecuación de Bernoulli. Esta, $\Delta P = 4 V^2$ en su forma simplificada ha demostrado una excelente correlación con los gradientes obtenidos por cateterismo de manera simultánea, aunque ignora los efectos de la aceleración y de la viscosidad. Las correlaciones efectuadas de forma no simultánea son menos exactas debido a que las variaciones de frecuencia cardíaca y de volumen latido afectan a las mediciones realizadas por ambos métodos. **Las velocidades máximas medidas por Doppler corresponden a velocidades máximas instantáneas** y por tanto a gradientes máximos instantáneos a través de la válvula. En cambio **el gradiente "pico a pico", referido al pico máximo de presión del VI y de la Aorta, medido por cateterismo, no corresponde a un gradiente instantáneo** puesto que ambos suceden en distintos momentos del tiempo y por tanto no son registrables en ningún momento del ciclo cardíaco. Estas diferencias deben conocerse para evitar confusiones. **La medida de los gradientes medios, tanto por Doppler como por cateterismo, es más comparable puesto que ambas corresponden a la media de las diferencias de presión que se producen a través de la válvula durante el periodo de eyección sistólica.** Como norma general en todas las valoraciones de estenosis valvulares deberá tenerse muy en cuenta que el ángulo del ultrasonido y el del flujo que se estudia sean lo más paralelos posible. El chorro de la EA es impredecible y con frecuencia excéntrico, por tanto se deberán utilizar todas las ventanas de acceso posibles para **obtener la señal de Doppler más paralela a la dirección del chorro de estenosis y conseguir de esta manera la máxima velocidad**, que reconoceremos por el espectro registrado y se caracterizará por una envolvente bien definida y además por la señal auditiva más aguda. La utilización del transductor de Doppler sin imagen, también denominado "ciego", de menor tamaño que el estándar, nos permitirá situarlo con más facilidad en los espacios intercostales y en los supraesternales para conseguir mejor señal.

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

En la evaluación intraoperatoria estos parámetros se obtienen en el plano longitudinal habitualmente en una posición transgástrica profunda del transductor.

Sin embargo, el gradiente transvalvular aislado no permite la correcta valoración de la estenosis al depender del flujo transvalvular y como sucede en la estenosis mitral, se deberá conocer el área valvular. Ésta se obtiene de la combinación de datos obtenidos del examen eco-2D y de Doppler por la denominada «ecuación de continuidad», derivada de la misma fórmula hidráulica que la de Gorlin, que establece que en sístole el volumen de flujo sanguíneo que atraviesa el tracto de salida del ventrículo izquierdo es el mismo que el que atraviesa la válvula aórtica. Así, el producto del área del tracto de salida del VI (A_1) por la velocidad en dicho punto (V_1) equivale al producto del área valvular (A_2) aórtica por la velocidad a través de la válvula (V_2) ($A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$). Los términos de la primera parte de la ecuación pueden conocerse por eco-2D y Doppler pulsado, y la velocidad a través de la estenosis, por Doppler continuo, por lo que sólo queda por despejar el área valvular A_2 . La correlación con los valores obtenidos por cateterismo aplicando la fórmula de Gorlin es muy buena.

La EA se considera grave cuando su área valvular es $\leq 1 \text{ cm}^2$, o corregida por la superficie corporal $<0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Si el gasto cardiaco es normal y el gradiente medio transvalvular es $<50 \text{ mmHg}$ es poco probable que la estenosis sea severa.

El flujo (Q) a través de una estructura vascular se calcula multiplicando el área de sección de dicha estructura por el sumatorio de las velocidades del flujo a lo largo del tiempo o integral tiempo velocidad (ITV). Las unidades de la ITV se expresan como distancia: "m" (metro) o "cm" (centímetro), ya que se multiplica tiempo "seg" (segundo) por velocidad "m/seg" o "cm/seg" y es indicativa de la distancia recorrida por la sangre en cada latido cardiaco. La ITV se obtiene trazando el área medida bajo la curva de velocidad de Doppler pulsado o continuo de la estructura considerada, sea válvula, anillo, vaso, etc. en la fase correspondiente del ciclo cardiaco de uno o varios latidos.

En el siguiente esquema se resumen los criterios de EA valvular severa en pacientes con función sistólica del VI y gasto cardiaco normales.

4.3. CRITERIOS DE EA VALVULAR SEVERA

- Velocidad máxima transvalvular aórtica $\geq 4,5 \text{ m/seg}$.
- Gradiente medio transvalvular aórtico $\geq 50 \text{ mmHg}$
- Área valvular aórtica $\leq 1 \text{ cm}^2$
- ITV de TSVI / VAo $\leq 0,25$

Cuando existe disfunción sistólica del VI y gasto cardiaco reducido en pacientes con EA severa, la velocidad máxima transvalvular y el gradiente medio aórticos pueden ser inferiores a $4,5 \text{ m/seg}$ y 50 mmHg . respectivamente. En cambio la relación ITV de TSVI / VAo son independientes de los cambios del volumen latido porque las velocidades del TSVI y de la VAo cambian proporcionalmente. Y al contrario, en presencia de gasto cardiaco elevado como el que se da en la IA o en situaciones de hipercinesia (anemia, hipertiroidismo, etc.), la estenosis puede no ser grave incluso con velocidades máximas $\geq 4,5 \text{ m/seg}$. y gradientes $> 50 \text{ mmHg}$. De nuevo la relación ITV del TSVI y de la VAo pueden ser útiles para diferenciar la EA severa del aumento de velocidad / gradiente transvalvular debido a hiperflujo.

4.4. REPERCUSIÓN SOBRE LA FUNCIÓN VI

Como en toda valvulopatía debemos valorar su repercusión sobre el VI, en este caso con la determinación del grado de hipertrofia a través de la medida del grosor de sus paredes (concéntrica o excéntrica) y la masa, incrementadas ambas a consecuencia de la sobrecarga de presión.

La función diastólica se altera como primera respuesta a la sobrecarga crónica de presión y lo hace antes de que aparezca la disfunción sistólica. Se apreciará prolongación del tiempo de relajación isovolumétrica (TRIV), prolongación de la constante de relajación (τ) y reducción de la velocidad protodiastólica de llenado. Con la

progresión de la disfunción diastólica asistiremos a la “pseudonormalización” del patrón diastólico caracterizado por el **acortamiento del TRIV, el aumento de la velocidad de llenado, el incremento del tiempo de desaceleración mitral y la disminución de la contribución de la contracción auricular al llenado del VI**. Finalmente en **fases avanzadas de la enfermedad aparece la disfunción sistólica** que vendrá expresada por la reducción de la FEVI, aunque la contractilidad típicamente puede permanecer normal hasta fases muy avanzadas de la enfermedad. Así se explica que la normalización de la elevada postcarga que supone el recambio valvular, habitualmente vaya seguida de recuperación de la función sistólica. La no recuperación de la función sistólica tras la sustitución de la válvula estenótica tiene que hacer sospechar la coexistencia de otras causas como la isquémica o la miocardiopática. En pacientes con gradientes transvalvulares ligeros o moderados, válvula calcificada y VI dilatado y con disfunción sistólica, **la distinción entre disfunción provocada por la propia EA de la causada por las otras causas citadas de disfunción es difícil**. Existen algunas formas de ayudar a dicha diferenciación como:

- utilizar un método de evaluación de la gravedad de la EA independiente del flujo,
- comprobar los cambios en la gravedad de la EA con cambios en el gasto cardiaco,
- o bien, utilizar una medida de la función contráctil del VI que sea independiente de la carga, método no logrado hasta el momento.

En la situación de bajo gradiente con área valvular reducida a niveles de severidad, **comprobar qué sucede con los cambios del gasto cardiaco puede dar información de gran valor a la hora de tomar decisiones**. Así, la infusión de Dobutamina a dosis bajas desde 5 $\mu\text{gr/Kg/min}$. con incrementos de 5 $\mu\text{gr/Kg/min}$. cada 3 minutos hasta llegar a 20 $\mu\text{gr/Kg/min}$. con la intención de aumentar el gasto cardiaco, puede ser de utilidad para diferenciar la EA verdadera de la “pseudostenosis” causada por bajo gasto con válvula poco estenótica. La infusión se continúa hasta que la velocidad máxima del TSVI alcanza su valor normal de 0,8 a 1,2 m/seg. En el caso de la EA severa se elevará la velocidad máxima y también la ITV del TSVI y de la válvula, por tanto la relación se mantendrá la misma. En el segundo supuesto, en el que la válvula está esclerosada o ligeramente estenosada, pero con área calculada muy reducida por disfunción del VI de causa miocardiopática, el incremento de la velocidad máxima y la ITV del TSVI será mayor que las correspondientes a la válvula que se abrirá más al aumentar el volumen expulsado. Por tanto, la relación **ITV TSVI / VAo aumentará**.

Si se produce la situación de falta de respuesta a la estimulación inotrópica (también conocida como ausencia de reserva contráctil), la interpretación es más difícil ya que puede ser secundaria a ambas causas: a un VI que no responde a la estimulación o a la imposibilidad de aumentar el gasto cardiaco ante una válvula severamente estenótica.

5. INSUFICIENCIA MITRAL

La ecocardiografía es el método diagnóstico de elección para la valoración de los pacientes con valvulopatía mitral. De las distintas modalidades, el *ETT* habitualmente evalúa con precisión la morfología de la válvula que es de suma importancia en la selección de pacientes que van a requerir comisurotomía mitral percutánea, como veremos al tratar la estenosis mitral, o bien de los que pueden ser tratados con reparación quirúrgica de la válvula cuando ésta es insuficiente.

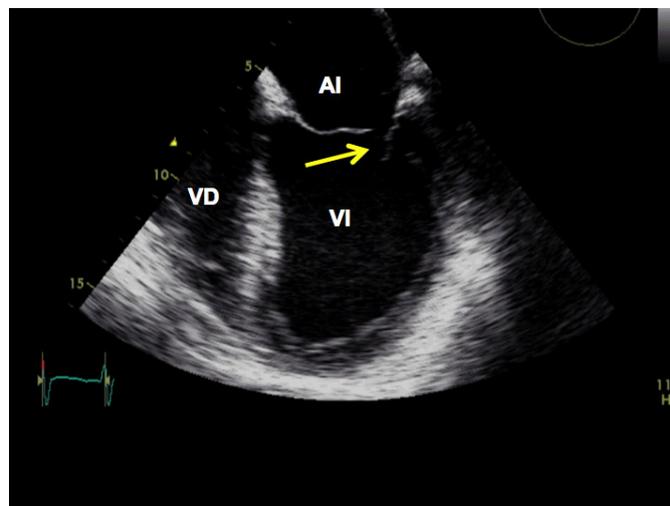
5.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO: MODO M, ECO-2D Y ECO-3D

El aparato valvular mitral puede verse afectado por múltiples procesos patológicos que denominamos “**primarios**” y que provocan insuficiencia de la válvula: **reumáticos, degenerativos, endocarditis infecciosa o fibrosis que pueden afectar a las valvas y a las cuerdas**. Si la válvula es normal pero se afecta por un proceso patológico que altera su función la denominamos “**secundaria**”, como sucede en la **cardiopatía isquémica** en que la alteración contráctil, por ejemplo, de la pared posterior restringe la movilidad de la valva posterior y

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

Figura 2. AVI de ETE-2D de una válvula mitral que muestra una importante restricción de la movilidad de su valva posterior provocada por una amplia acinesia del segmento postero-lateral del ventrículo izquierdo.



provoca un déficit secundario de coaptación de ambas valvas. De forma similar en la **miocardiopatía dilatada**, la separación de los músculos papilares por la dilatación del VI, tira de las cuerdas y éstas de las valvas de la mitral con la consecuente falta de coaptación sistólica, a la que también contribuye la dilatación del anillo (figura 2).

El análisis morfológico debe incluir el grosor, el movimiento de las valvas y el tamaño del anillo en el plano paraesternal longitudinal y en el de 4 cámaras. En estos planos deberá excluirse el prolapso con o sin rotura de cuerdas como causa frecuente de insuficiencia mitral (IM). Además de la valoración inicial de la válvula, el ETT se utiliza para el seguimiento de los pacientes que, como veremos en la insuficiencia aórtica (IA), requiere un alto índice de reproducibilidad de los parámetros de función VI. La utilidad del eco-3D ha demostrado en algunos estudios buena correlación de los segmentos que prolapsan respecto a los hallazgos quirúrgicos y también se ha mostrado útil al proporcionar información de la fisiopatología de la IM en la miocardiopatía dilatada e isquémica.

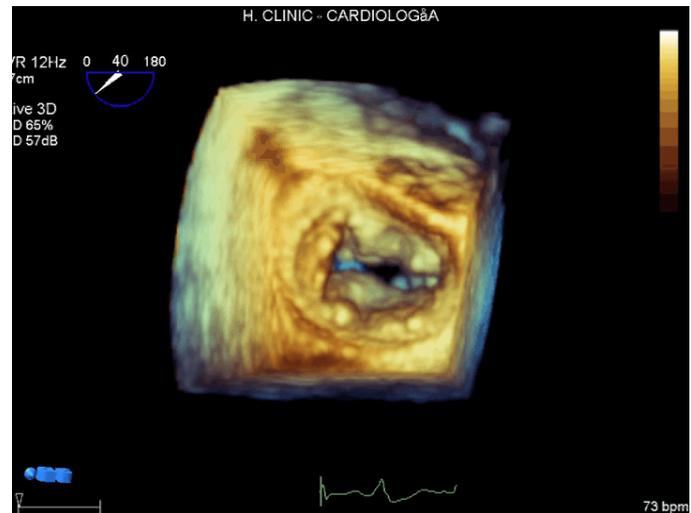
El examen transesofágico está indicado siempre que el ETT es de mala calidad o en situaciones como la valoración de las disfunciones protésicas o el estudio de la endocarditis como causas de IM. En la actualidad la evaluación de la reparabilidad de la válvula conlleva la práctica de un ETE en la totalidad de los pacientes puesto que ofrece una excelente calidad de imagen que permite una sistemática valoración, orientación y planificación de la mejor estrategia para el cirujano. Este deberá conocer las distintas lesiones que contribuyen a la disfunción de la válvula para corregirlas todas y así obtener un resultado satisfactorio en el momento de su reparación, que como se ha demostrado en diversos estudios, mejora el pronóstico de los pacientes frente a los que requieren recambio de la válvula. Ya se considera práctica rutinaria el ETE intraoperatorio, entre otras, en las reparaciones de la válvula mitral que sirve de guía al cirujano, monitoriza la entrada y salida de bomba con información muy válida para el anestesiólogo y más importante evalúa de forma inmediata el resultado de la intervención.

Además en los mismos transductores transesofágicos, hoy disponemos de la técnica tridimensional que ofrece la máxima información anatómica y funcional de la válvula en tiempo real, sin dificultades interpretativas para quien no está habituado a las imágenes transesofágicas. El plano de estudio denominado "de frente" ("en face") muestra la válvula desde la aurícula izquierda en la misma posición que la ve el cirujano, con el anillo, los trígonos, las comisuras y los segmentos de ambas valvas perfectamente analizables en tiempo real (figura 3 y cine AVI Barlow). Y además con la posibilidad de tratar la imagen y a posteriori obtener todos los planos de análisis posibles mediante la aplicación que permite cortar el aparato valvular desde cualquier ángulo del espacio.

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

Figura 3 —ver vídeo 1—. AVI de Eco-3D de una válvula mitral afecta de enfermedad de Barlow, vista “de frente” tal como la ve el cirujano desde la aurícula izquierda. Obsérvese las valvas engrosadas y redundantes que prolapсан en sístole hacia la aurícula izquierda, desde donde vemos la imagen.



5.2. DIAGNÓSTICO Y CUANTIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD

La IM se diagnostica mediante la técnica de Doppler, puesto que la ecocardiografía modo M, eco-2D y 3D informan sobre las causas y los mecanismos que la provocan como hemos descrito, pero no sobre su presencia y su gravedad. En general, la **cuantificación de la severidad de una regurgitación valvular** por eco-Doppler no se basa en un único parámetro sino que requiere un abordaje integral de varios índices, que se describen a continuación y se resumen en la tabla I.

Tabla I
Criterios para la definición de insuficiencia valvular severa: valoración integral.

	IA	IM	IT
Signos específicos de insuficiencia grave	-Anchura del chorro $\geq 65\%$ del TSVI -Vena contracta $> 0,6$ cm	-Vena contracta $\geq 0,7$ cm con chorro de IM central (área $> 40\%$ de la AI) o con chorro contra la pared que rodea la AI* -Flujo convergente ancho*** -Reversión sistólica del flujo de venas pulmonares -Rotura de cuerdas o músculo papilar de la mitral.	-Vena contracta $\geq 0,7$ cm -Flujo convergente ancho*** -Reversión sistólica del flujo en venas hepáticas
Signos de ayuda	-THP < 200 mseg. -Flujo holodiastólico reverso en aorta descendente -Dilatación VI al menos moderada**	-Señal de IM en Doppler espectral intenso y de forma triangular -Onda “E” predominante ($> 1,2$ m/seg) en el registro mitral **** -Dilatación VI y AI ***** (en particular cuando la función VI es normal)	-Señal de IT en Doppler espectral intensa y de forma triangular, con pico precoz -Dilatación de la v. cava inferior con variaciones respiratorias $< 50\%$ -Onda “E” tricuspídea prominente > 1 mseg. -Dilatación VD, AD
Parámetros cuantitativos			
Vol. regurgitante (ml/latido)	≥ 60	≥ 60	
Fracción regurgitante (%)	≥ 50	≥ 50	
ORE (cm ²)	$\geq 0,30$	$\geq 0,40$	

ORE: orificio regurgitante efectivo. *A un límite de Nyquist de 50-60 cm/seg. **En ausencia de otras causas de dilatación VI. ***Flujo convergente ancho definido con un radio $\geq 0,9$ cm para chorros centrales. Con línea de base a un límite de Nyquist de 40 cm/seg. El punto de corte para chorros excéntricos es superior y debe angularse correctamente. ****Habitualmente por encima de 50 años de edad o en condiciones de alteración de la relajación, en ausencia de estenosis mitral u otras causas de presión de AI elevada. *****En ausencia de otras causas de dilatación VI y AI y de IM aguda.

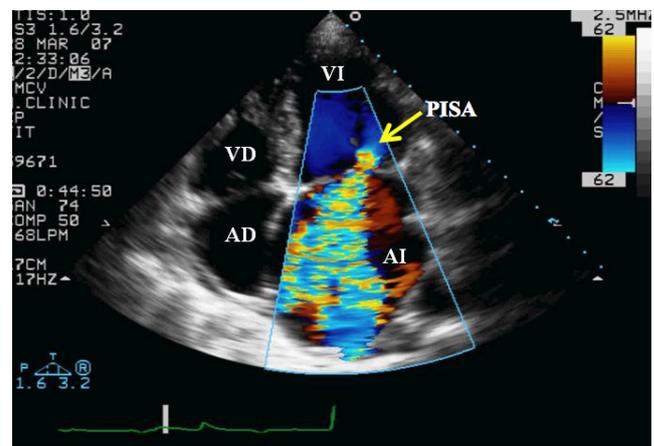
Adaptado de ZOGHBI WA, ENRIQUEZ-SARANO M, FOSTER E, ET AL. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 2003;16:777-802

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

Figura 4. Ecocardiograma Doppler color desde el plano apical de 4 cámaras de una insuficiencia mitral reumática. Puede apreciarse la gran dilatación de la aurícula izquierda prácticamente llena de un flujo turbulento que se origina en el punto de cierre de la válvula. Puede observarse el PISA en el punto de aceleración del flujo antes del orificio regurgitante (flecha.)

VI: ventrículo izquierdo AI: aurícula izquierda VD: ventrículo derecho AD: aurícula derecha.



El Doppler color detecta con una sensibilidad y una especificidad próximas al 100% la presencia de IM por la aparición de un flujo turbulento en el punto de cierre de la válvula y en el interior de la aurícula izquierda también en sístole (figura 4).

El flujo regurgitante estudiado con Doppler color tiene tres componentes, que pueden utilizarse para cuantificar el grado de IM:

1. **El flujo convergente proximal al orificio de regurgitación o área de isovelocidad proximal (PISA).** Se utiliza para calcular el **orificio regurgitante efectivo (ORE)** y se basa también en la ecuación de continuidad. Así un flujo que se aproxima a un orificio determinado forma capas hemisféricas concéntricas que tendrán un área decreciente y una velocidad creciente cuanto más cerca del orificio. Estos parámetros son obtenidos por Doppler color y continuo y nos permiten calcular el **volumen de regurgitación** multiplicando el ORE por la ITV de la insuficiencia mitral. Se considera que **un ORE $\geq 0,4$ cm² corresponde a una IM severa** y un ORE $\leq 0,2$ cm² a una IM ligera. De igual forma un **volumen regurgitante ≥ 60 ml. corresponde a una IM severa** y cuando es < 30 ml., ligera.
2. **La vena contracta (VC), que es el punto más estrecho por debajo del orificio de regurgitación y que representa el área efectiva, no anatómica, del orificio.** También requiere de condiciones cuidadosas de medición, que en el caso de la IM debe hacerse en planos ortogonales a la línea de coaptación de las valvas: **planos paraesternal eje largo y apical longitudinal.** Los planos que valoran el chorro de regurgitación siguiendo la línea de coaptación, como el apical de 2 cámaras, aumentan falsamente la anchura de la VC. Además la medición debe hacerse con precisión y optimizando al máximo la zona de la VC para evitar pequeñas diferencias en su cálculo que pueden representar cambios sustanciales en el grado de IM. Este método tiene la ventaja de estar menos influido por las condiciones de carga del VI que el método del área del chorro regurgitante, que se describe a continuación. **Una VC ≥ 7 mm. corresponde a IM severa** y < 3 mm. a IM ligera.
3. **Área del chorro distal regurgitante dentro de la cavidad receptora,** una vez ya rebasada la válvula. La valoración del grado de insuficiencia se efectúa básicamente a través de la cuantificación del área de turbulencia en diversos planos. Este método es sólo semicuantitativo y tiene diversas limitaciones, como la de los chorros que se «pegan» a la pared de la aurícula que tienden a subestimarse, la variación de los parámetros del aparato como la **ganancia o el límite de Nyquist**, que pueden modificar la cuantificación. De igual forma la situación hemodinámica y por tanto la presión arterial sistémica puede influenciar el tamaño del chorro regurgitante al variar el gradiente de presión sistólica VI-AI. Hay estudios que demuestran mejoría en la comparación con los patrones angiográficos cuando se normaliza el área de turbulencia por el área de la AI. **Índices $< 20\%$ corresponden a IM leves,** mientras que **índices $> 40\%$ a IM graves.**

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

Otra limitación impuesta por el enmascaramiento que provocan los materiales metálicos sucede cuando se trata de valorar regurgitaciones de prótesis en posición mitral por vía transtorácica. La sombra que producen impide apreciar el chorro distal y por este motivo debe realizarse un *EFE* ante la sospecha de disfunción y fuga periprotésica, sobre todo en prótesis mecánicas.

Trabajos recientes han demostrado la exactitud en la valoración del grado de IM mediante el cálculo del volumen y de la fracción regurgitante por Doppler combinado con *eco-2D* a través de la ecuación de continuidad. Así, el volumen regurgitante puede calcularse por la diferencia entre los volúmenes que atraviesan dos válvulas distintas, de las que una debe ser competente. El volumen latido total es el medido a través de la válvula insuficiente, mientras que el volumen latido real es el que atraviesa la válvula competente. El volumen de flujo a través de cualquier válvula se obtiene multiplicando el área del anillo de dicha válvula por la ITV, medida como el área bajo la curva de velocidad espectral del registro Doppler.

Los parámetros descritos que pueden definirse como estructurales, de Doppler y cuantitativos han de valorarse en conjunto en la cuantificación de la gravedad de la IM. Además existen otros signos que apoyan la presencia de IM severa como: la dilatación de cavidades izquierdas con función ventricular normal.

El grado de insuficiencia depende de las condiciones de carga del VI, lo que obliga a realizar su valoración en condiciones hemodinámicas que sean lo más cercanas a las basales. En situación post-operatoria a menudo significa aporte de volumen o utilización de vasoconstrictores para conseguirlo.

5.3. INDICACIÓN DE CIRUGÍA

1. IM orgánica

En la IM degenerativa parece claramente aceptado que **la reparación mitral, cuando es posible y con resultados previsiblemente duraderos, es el tratamiento de elección**. Al comparar con el recambio valvular, varios estudios han demostrado que los pacientes tratados con reparación valvular tendrán mejor calidad de vida y mayor supervivencia.

La controversia persiste en lo que se refiere al **momento del tratamiento quirúrgico de los pacientes asintomáticos** y es debido a que va a depender de varios factores: la estratificación del riesgo, las posibilidades reales de éxito de la reparación y la preferencia del paciente. Hasta la actualidad el punto de inflexión para indicar cirugía a los pacientes con IM severa crónica venía marcado por los síntomas, el deterioro de la función VI o la aparición de complicaciones como fibrilación auricular e hipertensión pulmonar significativa. Pero la idea de que la intervención precoz en pacientes asintomáticos que pueden ser reparados de su válvula va a mejorar su pronóstico, ha puesto en primera línea la definición de cómo y con qué métodos identificarlos. Además de la valoración clínica, se han propuesto diferentes factores pronósticos como los **niveles de péptido natriurético cerebral, el tamaño de la aurícula izquierda y los parámetros de función ventricular izquierda que se resumen en la tabla II**, tomada de las Guías para el manejo de las valvulopatías de la Sociedad Europea de Cardiología.

En pacientes con IM crónica, a diferencia de la IA, después de la intervención la FE del VI no varía o se reduce y por tanto **cuando la función VI está severamente reducida el riesgo quirúrgico es elevado y eliminar la IM tiene menos beneficio e incluso puede desencadenar un fallo ventricular grave al aumentar la postcarga VI tras la supresión del "vaciado" ventricular hacia una cavidad de menor resistencia como es la AI**. En esta situación podría ser razonable la intervención sólo si la probabilidad de reparación valvular es alta, puesto que la función VI puede mejorar.

2. IM funcional

En estos pacientes la IM es secundaria a cardiopatía isquémica o dilatada y su tratamiento sigue siendo controvertido. Hay estudios que indican mejor resultado de la cirugía de reparación aislada y otros en conjunción con la reconstrucción o la revascularización VI. La mayoría consideran preferible la optimización del tratamiento médico. La terapia de resincronización cardiaca parece tener futuro en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca de estos pacientes. **En la última revisión de las guías de manejo de las valvulopatías de la ESC,**

Tabla II
Indicaciones de cirugía en la IM orgánica severa crónica.

	Clase
La reparación valvular mitral debe ser la técnica de elección cuando es previsible que sea durable	IC
Pacientes sintomáticos con FE VI > 30 % y DTs < 55 mm*	I B
Pacientes asintomáticos con disfunción VI (DTs > 45 mm* y/o FE VI ≤ 60%)	IC
Pacientes asintomáticos con función VI preservada y fibrilación auricular o hipertensión pulmonar (P.AP. sistólica > 50 mmHg en reposo)	IlaC
Pacientes con disfunción VI severa (FE VI < 30% y/o DTs > 55 mm*) sin respuesta al tratamiento médico con alta probabilidad de reparación duradera y baja comorbilidad	IlaC
Pacientes sintomáticos con FE VI preservada, alta probabilidad de reparación duradera y riesgo quirúrgico bajo.	IIBB
Pacientes con disfunción VI severa (FE VI < 30% y/o DTs > 55 mm*) sin respuesta al tratamiento médico con baja probabilidad de reparación duradera y baja comorbilidad	IIBc

La severidad se basa en la valoración clínica y ecocardiográfica
FE VI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo, DTs: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo.

* Se deberán considerar valores menores para pacientes de estatura baja.

se menciona el tratamiento de la IM funcional por técnica percutánea "borde a borde" que coapta los segmentos medios (A2 y P2) creando un doble orificio mitral mediante la implantación del dispositivo MitraClip. A considerar en aquellos pacientes con IM funcional severa que siguen con síntomas a pesar del tratamiento médico. Deben cumplir unos criterios ecocardiográficos, haber sido rechazados para cirugía o declarados de alto riesgo por un comité de cardiólogos y cirujanos cardiacos.

6. INSUFICIENCIA AÓRTICA

Las causas de IA incluyen la **patología congénita de la válvula como la válvula bicúspide, la dilatación de la raíz o de la aorta ascendente por Síndrome de Marfan o por aterosclerosis, la secundaria a endocarditis y la más frecuente en la actualidad que es la degeneración de la válvula y que se acostumbra a asociar a estenosis.**

6.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO: MODO M Y ECO-2D

Las alteraciones estructurales que causan la IA se detectan habitualmente por estas técnicas que informan de las dimensiones de la anatomía de la válvula, del anillo y raíz de la aorta y también, habitualmente, de la aorta ascendente. También, y no menos importante, informan de las repercusiones que esta sobrecarga de volumen provoca y que van a marcar el momento de la cirugía para evitar la disfunción del VI.

El modo-M, que se utilizaba para el diagnóstico de la IA en los albores de la técnica, tiene una elevada especificidad diagnóstica si detectamos el **fino temblor o "fluttering"** que ocasiona el chorro regurgitante al chocar con la valva anterior de la mitral abierta, pero muy baja sensibilidad al apreciarse tan sólo en el **20 % de casos**. La elevada resolución temporal de esta modalidad también nos permitirá diagnosticar la repercusión hemodinámica que se establece en casos de **IA aguda grave**, cuando el gran volumen regurgitante provoca la elevación súbita de la presión telediastólica del VI que cerrará la válvula mitral antes del inicio del QRS, ocasionando su **cierre precoz**. Por tanto, **su hallazgo confirma la sospecha diagnóstica de IA aguda grave, que puede darse en casos de endocarditis con rotura o perforación de una o más velos de la válvula, o en disección aórtica tipo A que provoque su disfunción aguda.**

Sobre sus causas proporciona información relevante el **eco-2D**, que estudia:

1. La válvula: **confirma si es bicúspide**, si hay signos de **afectación reumática**, mucho más probable si también coexisten en la válvula mitral, si hay **engrosamiento de sus velos** sin alteración significativa

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

en su movilidad lo que **sugiere esclerosis** o si ya puede calificarse de **calcificación** ante la presencia de ecos muy densos y que restringen la movilidad de una o más sigmoideas, si hay masas adheridas con características de vegetaciones, etc.

2. La **raíz aórtica**: que se considerará dilatada si supera los 37 mm. en el adulto. Su dilatación con frecuencia se asocia a la **válvula bicúspide**, malformación congénita de la válvula que conlleva distinta actuación terapéutica por su diferente pronóstico.
3. La **unión sino-tubular**, zona de estrechamiento relativo entre la raíz de la aorta y la propia aorta ascendente, que se borra a medida que se dilata la aorta ascendente.
4. La **aorta ascendente**: se estudia con más precisión con técnica transesofágica, pero se define bien su tamaño en el examen ETT. **El diagnóstico de disección de aorta tipo A, difícil por vía transtorácica, se ha mejorado notablemente con la técnica transesofágica**, que ofrece excelentes imágenes de la aorta en cortes transversales y longitudinales, tanto de la porción ascendente como de la descendente torácica con los modernos transductores multiplano. Sin embargo, ante la sospecha de esta grave patología es obligada la práctica de un examen transtorácico que, aunque poco sensible, tiene una altísima especificidad diagnóstica en caso de visualizar el colgajo de la íntima desprendido en el interior de la aorta ascendente, además de que permite apreciar su repercusión sobre la función de la válvula generalmente insuficiente.

En pacientes asintomáticos con síndrome de Marfan u otras anomalías genéticas como el Síndrome de Ehlers-Danlos o la válvula aórtica bicúspide, el **diámetro de la aorta ascendente marca el momento de la cirugía que se considera indicada al alcanzar un diámetro de 50 mm**. A diferencia de los **aneurismas de aorta torácica secundarios a patologías degenerativas crónicas y que permanecen asintomáticos que se consideran con indicación quirúrgica al llegar a los 55 mm de diámetro**.

6.2. DIAGNÓSTICO Y CUANTIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD

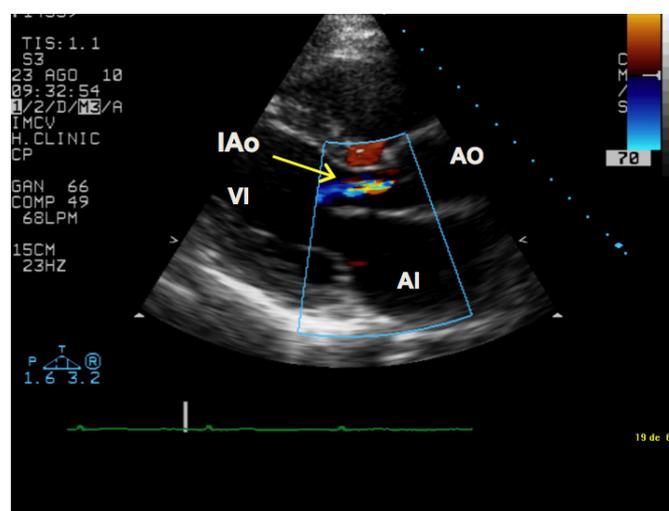
Con la salvedad mencionada del modo M, la insuficiencia aórtica se detecta por Doppler color, con la misma sensibilidad que la insuficiencia mitral, al aparecer un **flujo diastólico turbulento en el punto de cierre de la válvula y en el interior del tracto de salida del VI**.

6.2.1. Métodos semicuantitativos

- Chorro proximal: Su grado puede estimarse en los planos paraesternales, por el ancho (plano longitudinal) (figura 5) o por la planimetría (plano transversal) del flujo turbulento, que se detecta por Doppler color en el área subvalvular aórtica. La correlación de estos parámetros al compararlos con la angiogra-

Figura 5. Eco-Doppler color de una Insuficiencia aórtica vista en el plano paraesternal longitudinal detenido en diástole. Se aprecia un flujo turbulento en el tracto de salida VI que se origina por debajo de la válvula aórtica. En este plano es donde podremos medir con precisión el tamaño del chorro proximal.

VI: ventrículo izquierdo AI: aurícula izquierda Ao: aorta ascendente IA: chorro de insuficiencia aórtica.



Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

fía mejora cuando se normalizan por el tamaño del TSVI. Así, una relación anchura proximal del chorro / anchura del TSVI entre el 10 y el 25 % corresponde a una IA leve, entre el 25% y el 65% moderada y > 65% grave. La lógica induce a pensar que una medida más cercana a la realidad debe ser la del área del chorro, más que la medida de la anchura de éste, pero la dificultad de trazar ambas áreas justo a la altura del TSVI hace menos reproducible éste método. Por último, este método cualitativo tiende a subestimar la gravedad de la insuficiencia cuando el chorro es excéntrico.

- **Vena contracta:** Parece menos dependiente de las condiciones de carga del VI y es otro método semi-cuantitativo de valoración de la IA. Se mide justo por debajo de las valvas y antes del chorro proximal de IA, del que puede ser difícil de distinguir si no se puede apreciar un "cuello" definido. Así se considera que una vena contracta ≥ 6 mm identifica una IA severa y < 3 mm es ligera.
- **Extensión del chorro distal:** Está influenciada claramente por la diferencia de presiones entre la aorta y el VI y condicionada por la intensidad de la ganancia, entre otros factores técnicos de la exploración, como han demostrado diferentes estudios. Tiene por tanto limitaciones que la hacen no aconsejable como método de valoración de la IA.

Estos métodos, no exentos de limitaciones, tienen la ventaja de su rapidez y facilidad de aplicación, aunque la valoración correcta se consigue con la aportación de otros signos como:

1. La presencia de flujo reverso pandiastólico en la aorta torácica descendente, o en la abdominal, que se detectan con Doppler pulsado (tabla I) y que indican la presencia de IA grave. En condiciones normales puede existir una ligera inversión del flujo protodiastólico en aorta ascendente y también en la descendente por la elasticidad aórtica apreciable en niños y adultos jóvenes.
2. El tiempo de hemipresión THP de la curva diastólica de la velocidad del chorro de regurgitación aórtica obtenido por Doppler continuo. De forma similar a lo que sucede con la EM, la velocidad del chorro de IA tiene una caída durante la diástole que depende de la igualación de presiones entre el VI y la Ao. Esta será muy rápida en situaciones como la IA aguda y por tanto el THP será corto (<200 mseg). En situaciones crónicas en las que existe adaptación a la sobrecarga crónica de volumen con menor distensibilidad del VI y elevación de su presión telediastólica, el valor del THP se reduce. En dichas circunstancias valores de THP > 500 mseg. pueden corresponder a insuficiencias severas, cuando generalmente se asocian a IA ligeras.

O sea que al igual que en la IM, la evaluación de la gravedad de la IA debe basarse en todos los datos recogidos de la exploración con eco-Doppler y se aplicarán los métodos cuantitativos para obtener el volumen y la fracción regurgitantes y el área del orificio de regurgitación.

6.2.2. Métodos cuantitativos

PISA o convergencia del flujo proximal: Esta área se visualiza esencialmente en el plano apical longitudinal y con menos frecuencia desde el paraesternal derecho. Al igual que con la IM, para optimizar su medida debe desplazarse el límite Nyquist en la dirección del chorro de la IA. A diferencia de la IM, este método se utiliza menos por mayor dificultad de obtención porque el área PISA puede quedar oculta por la calcificación de la válvula aórtica.

El flujo se determina multiplicando πr^2 por la velocidad Nyquist. El área del orificio regurgitante efectivo (ORE) se calcula conociendo dicho flujo proximal y el flujo a través del ORE, que es igual al área del ORE por la velocidad de regurgitación. Por lo que:

- Flujo regurgitante = ORE x Velocidad máxima de IA
- ORE = Flujo regurgitante / Velocidad máxima de IA
- Un ORE < 10 mm² es indicativo de IA ligera y
> 30 mm² es indicativo de IA severa

El volumen regurgitante se calcula conociendo el ORE:

- Vol. Regurgitante aórtico = ORE x ITV de la IA
- Un volumen regurgitante < 30 ml. / latido es indicativo de IA ligera y
> 60 ml. / latido es indicativo de IA severa

6.3. DIMENSIONES Y FUNCIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO

El tamaño y la función sistólica del ventrículo izquierdo son parámetros de gran importancia en el seguimiento y toma de decisiones en los pacientes con IA crónica. En pacientes asintomáticos los mejores predictores pronósticos son el tamaño y la función sistólica del VI. El tamaño que se utiliza es el diámetro transverso medido por modo-M en el plano paraesternal longitudinal, perpendicular al diámetro longitudinal y en el extremo de las valvas de la válvula mitral. Aunque los volúmenes y la FEVI pueden obtenerse por el método de los discos o de Simpson en los planos apicales de 4 y 2 cámaras, hay menos variabilidad en las medidas lineares si no se utiliza contraste para opacificar la cavidad VI de manera rutinaria cuando la calidad del estudio es subóptima. Para reducir la variabilidad intra e interobservador también se aconseja la revisión de los estudios previos para observar los posibles cambios en el lugar de medición. En cualquier caso la toma de decisiones se basa en el seguimiento continuado de dichas dimensiones y en la apreciación que se van acercando al punto crítico a partir del cual se sabe que el deterioro de la función ventricular será irreversible. La indicación de cirugía de recambio valvular está establecida en pacientes con IA severa que tengan síntomas o en asintomáticos cuya FE basal sea $\leq 50\%$ o que sean intervenidos por cirugía de pontaje aorto-coronario, de aorta ascendente o de otra válvula.

Los estudios realizados para determinar qué parámetros aconsejan indicar cirugía de recambio valvular en pacientes asintomáticos, comparan la función VI antes y después de la cirugía y realizan análisis multivariante de factores pronósticos de mortalidad operatoria y de supervivencia a largo plazo. De los datos publicados se ha llegado al consenso que el recambio valvular es necesario cuando el diámetro telesistólico del VI llega a 55 mm. o $>25\text{ mm/m}^2$ y la FEVI a 50% . En pacientes sintomáticos con IA severa, el recambio valvular se aconseja incluso con síntomas leves ya que son predictores de mal pronóstico.

7. ESTENOSIS MITRAL

7.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO: MODO M, ECO-2D Y ECO-3D

La estenosis mitral (EM) reumática, que fue de las primeras valvulopatías estudiadas por ecocardiografía, puede diagnosticarse con precisión al apreciar la fusión de sus comisuras y el engrosamiento de los velos de la válvula que se arquean al abrirse en diástole (figura 6). También puede observarse engrosamiento, retracción y en ocasiones calcificación de las cuerdas y cabeza de los músculos papilares. Junto a los signos de afectación valvular es habitual encontrar dilatación de la aurícula izquierda que puede llegar a tener grandes dimensiones cuando la valvulopatía tiene años de evolución y más si el paciente está en fibrilación auricular.

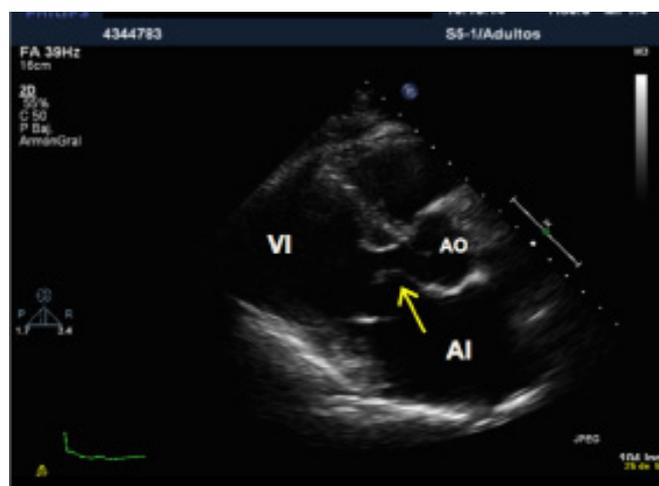


Figura 6. Eco-2D Plano paraesternal longitudinal de una estenosis mitral. Es patente el arqueamiento diastólico de las dos valvas de la válvula mitral que reducen el orificio de apertura. También se observa dilatación de la aurícula izquierda.

7.2. DIAGNÓSTICO Y CUANTIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD

Se ha demostrado una buena correlación de la planimetría del orificio de apertura en el plano parasternal transversal con el área determinada en el estudio hemodinámico a través de la fórmula de Gorlin. Además, las características morfológicas de la válvula y del aparato subvalvular evaluadas por eco-2D han demostrado ser el mejor factor predictivo del resultado de la valvuloplastia mitral percutánea y del riesgo de desarrollar insuficiencia mitral importante tras la apertura del orificio mitral al rasgar las comisuras. Por tanto, cuando la planimetría es factible con buena definición y se realiza correctamente (en el extremo distal de la válvula, con la imagen magnificada para minimizar el error, adecuando los controles del aparato a las características de la válvula, etc.), se considera el método de elección para valorar el área mitral. Si el área mitral normal es de 4-6 cm², se considera estenosis ligera cuando es >1,5 cm² y en general no tiene repercusión clínica en situación de reposo. Se considera moderada entre 1,1 y 1,5 cm² y severa ≤ 1 cm², que define el momento de intervenir sobre la válvula, ya sea mediante valvuloplastia percutánea (comisurotomía con catéter balón) o con el recambio valvular por una prótesis.

La técnica bidimensional se considera la de referencia para el diagnóstico de EM, pero la cuantificación de su gravedad requiere la aplicación de la técnica de Doppler. El gradiente medio determinado por Doppler se correlaciona bien con el obtenido simultáneamente en el cateterismo cardíaco y se considera grave si alcanza o supera los 10 mmHg, en situación de reposo y excluyendo causas de incremento del gasto cardíaco como la anemia o el hipertiroidismo.

La valoración de su gravedad se completa con la determinación del área mitral a través de la caída del gradiente transvalvular tras la apertura valvular. El tiempo hasta la disminución del gradiente a la mitad, o tiempo de hemipresión (THP), guarda una estrecha relación con el orificio mitral que se calcula dividiendo 220 por el THP. Existen tres situaciones en las que su valor puede ser inexacto:

- en los casos con IA importante asociada.
- inmediatamente después de la valvuloplastia mitral percutánea.
- en presencia de comunicación interauricular con shunt izda-dcha importante.

De igual forma, en presencia de arritmia completa por fibrilación auricular, deberá realizarse la medida del gradiente medio y del THP en 5-10 ciclos cardíacos para evitar una valoración imprecisa.

En la EM la técnica de Doppler completa el estudio valorando la coexistencia de insuficiencia o de otras valvulopatías y finalmente la estimación de la presión sistólica de la arteria pulmonar, siempre que obtengamos señal de insuficiencia tricuspídea, como veremos a continuación.

En los planos meso-esofágicos del examen ETE es donde se consigue un buen alineamiento de la señal de Doppler con el flujo transmitral y por tanto una correcta valoración de la estenosis mitral (figura 7), si bien este examen sólo se considera necesario cuando se quiere descartar trombos en la aurícula/orejuela izquierdas antes de la valvuloplastia percutánea.

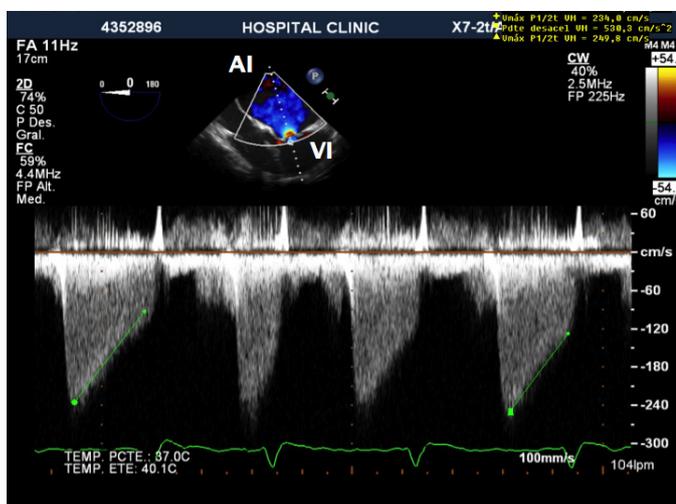


Figura 7. Plano de 4 cámaras de un ETE a nivel meso-esofágico en el que se registra el Doppler continuo de un paciente afecto de estenosis mitral. Se observa la imagen bidimensional en la parte superior de la imagen que sirve de guía para la colocación del cursor de Doppler continuo lo más paralela posible al flujo que atraviesa la válvula mitral. Es llamativa la dilatación de la aurícula izquierda (AI). En la parte inferior vemos el registro espectral de Doppler continuo (negativo ya que la señal del flujo transmitral se aleja del transductor desde la ventana transesofágica) de diferente duración en cada diástole puesto que el paciente está en fibrilación auricular. Sobre el primer y el último latido se ha dibujado con una línea verde la pendiente que tiene en diástole la velocidad del flujo transmitral y que permite medir el tiempo que tarda en caer a la mitad la velocidad máxima del inicio de diástole o THP. En este caso en el último latido es de 249 ms, que corresponde a un área mitral de 0,88 cm². Cuando el ritmo es fibrilación auricular deberán promediarse al menos 5 latidos. VI: ventrículo izquierdo.

8. VALVULOPATÍA TRICÚSPIDE

8.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO: MODO M, ECO-2D Y ECO-3D

La patología de la válvula tricúspide se estudia con precisión por ecocardiografía y se utiliza para el diagnóstico de su afección reumática al apreciar **ecos engrosados de sus valvas** que, al igual que sucede con la EM, **se arquean en diástole**, con frecuencia de forma sutil. Sin embargo, su afectación reumática provoca, en general, menos alteraciones en la válvula que suelen pasar inadvertidas en el momento de la evaluación de patologías de las válvulas aórtica y mitral, por lo que su detección requerirá un estudio detenido. Si el paciente requiere la corrección quirúrgica de éstas y no se actúa sobre la tricúspide, con mucha probabilidad deberá re-intervenirse porque la evolución llevará al agravamiento de las lesiones y al consecuente fallo ventricular derecho.

Con más frecuencia la válvula se hace insuficiente por dilatación del anillo secundaria a la valvulopatía izquierda y por el mismo motivo, si es de grado al menos moderado, deberá corregirse en el momento de la intervención con la colocación de un anillo. **Si es técnicamente posible la cirugía conservadora es preferible al recambio de esta válvula por una prótesis** que con frecuencia conlleva problemas de trombosis o de gradiente elevado. De no corregirse, la IT puede persistir o empeorar tras la cirugía de valvulopatías izquierdas. Si su grado es al menos moderado, se asocia con peor supervivencia en seguimientos de 5 años. **El diámetro del anillo tricuspídeo es un potente predictor del desarrollo de IT severa tras la corrección quirúrgica de valvulopatía mitral.** La medida del anillo en la proyección 2-D de 4 cámaras desde la porción media septal hasta la porción media anterior del anillo, puede ser indicativa de necesidad de reparación en el mismo acto quirúrgico si es **> 40 mm o 21 mm/m²**. La medida del anillo tricuspídeo puede realizarse también con técnica 3-D y de igual forma a como la efectúa el cirujano en la mesa operatoria, **desde la comisura antero-septal a la comisura antero-posterior, que se denomina máximo anillo tricuspídeo** y que tiene muy buena correlación con la misma medida realizada con resonancia magnética. En algunas series como la del Hospital Harefield de Londres con 311 pacientes intervenidos el 48 % tenían dilatación del anillo máximo > 70 mm. aunque la mayoría tenían IT ligera. En el seguimiento tenían mejor clase funcional los que habían recibido una reparación tricuspídea respecto a los que no.



Figura 8. Eco-2D plano apical de 4 cámaras en la imagen de la izquierda y ETE- 3D en la imagen de la derecha de un paciente con doble lesión tricúspidea reumática, portador de prótesis mecánica en posición mitral y de marcapasos. En el Eco-2D se aprecia engrosamiento de los velos de la válvula tricúspide que se arquean en diástole y no coaptan en sístole. Durante todo el ciclo cardiaco se ven los movimientos del electrodo del marcapasos que pasa por el orificio de la válvula. Asimismo pueden apreciarse los movimientos de apertura y cierre del ocluser de la prótesis mecánica en posición mitral.

En el ETE-3D es patente el engrosamiento del borde libre de los velos de la válvula y también la absoluta falta de coaptación por la retracción de las valvas. El electrodo del marcapasos también puede apreciarse pasando por el orificio valvular.

Valvulopatías y ecocardiografía tridimensional

Juan Carlos Paré Bardera

También se utilizan las modalidades de imagen para descartar la existencia de vegetaciones y para estudiar patologías menos frecuentes como el sd. carcinoide que afecta a la válvula provocando su calcificación y disfunción grave.

El diagnóstico de alteraciones anatómicas de la válvula permitirá realizar diagnósticos trascendentes en patologías congénitas como la anomalía de Ebstein que "atrializa" la cavidad del ventrículo derecho por la implantación baja de las valvas (una o varias) de la válvula. Y la trasposición corregida de los grandes vasos que se diagnostica con facilidad al creer que hemos colocado el transductor al revés: izquierda a la derecha, puesto que la válvula aurículo-ventricular anatómicamente izquierda se sitúa a la derecha y viceversa, presentando una imagen invertida especularmente de la cruz cardiaca.

La eco-3D nos ha facilitado la exploración de las tres valvas de la válvula tricúspide al estudiarlas en un plano y valorar sus comisuras (figura 8), hecho imposible para la técnica bidimensional.

8.2. DOPPLER EN LA CUANTIFICACIÓN DE LA INSUFICIENCIA TRICÚSPIDE (IT)

La técnica de Doppler color diagnostica y valora la presencia de IT, muy frecuente y de intensidad trivial o ligera en la población normal y más importante en múltiples cardiopatías.

Su cuantificación se realiza rutinariamente con la medida del chorro distal, con especial cuidado en planimetrar tan sólo el área de turbulencia para no sobreestimar su grado, con lo que se consigue buena correlación con criterios angiográficos y clínicos. Hay que tener en cuenta las mismas limitaciones de las demás insuficiencias valvulares en lo referente a los chorros excéntricos que pueden infraestimar su extensión.

El Doppler continuo aporta información valiosa en la morfología del espectro de velocidades de la IT. En casos de insuficiencia grave, pierde su característico registro de velocidades máximas que se mantienen durante toda la sístole y al igualarse rápidamente las presiones entre ambas cavidades por el gran volumen regurgitante, el perfil se hace triangular (en V) con pico precoz y caída rápida de las velocidades. Puede suceder que la presión de la AD sea muy elevada y entonces el registro también adquiere una forma triangular pero con pico tardío al estar dificultada la regurgitación inicial.

En presencia de IT muy severa, en ocasiones sucede que la diferencia de presiones entre VD y AD es escasa por la propia gravedad de la insuficiencia y por tanto el flujo entre ambas cavidades, siendo importante, es laminar con lo que puede atribuirse falsamente a IT ligera.

La utilización del tamaño de la vena contracta también puede resultar útil en la cuantificación de la IT y tamaños > a 6,5 mm han demostrado corresponder a IT graves, aunque no tiene tanta exactitud en la separación de los grados moderados y severos. El método PISA no se utiliza rutinariamente para su cuantificación como se realiza con las insuficiencias izquierdas y en cambio son útiles otros signos que también informan de la gravedad de la IT. Entre estos hay que destacar:

- La evaluación de la dilatación de la vena cava inferior y de las venas hepáticas, que no se reducen con la inspiración.
- La inversión del flujo sistólico en las venas hepáticas.

Ambos signos se estudian en el plano subcostal y con Doppler pulsado. En el caso de la inversión del flujo sistólico, registrando el flujo de una vena hepática para situarse paralelo a la dirección del ultrasonido y a la vez poder mantener el registro con los movimientos respiratorios.

Su elevada prevalencia nos va a permitir el cálculo por Doppler de la presión sistólica en el ventrículo derecho, que sólo es posible si existe IT. Así, en presencia de insuficiencia de la válvula, la diferencia de presiones que se establece en sístole entre el ventrículo derecho y la aurícula derecha se determina a través de la velocidad del chorro de IT. Si a este gradiente de presión en sístole VD-AD se le suma la presión de la aurícula derecha (PsAD) estimada mediante el examen físico o el tamaño de la vena cava inferior y su grado de colapso inspiratorio, es posible conocer la presión sistólica del ventrículo derecho (PsVD) que, en ausencia de estenosis pulmonar, es la misma que la presión sistólica de la arteria pulmonar (PAPs). Así:

$$Ps\ VD - Ps\ AD = Vel.\ Sistólica\ IT\ (o\ \Delta P\ VD-AD)$$

$$PAPs = \Delta P\ VD-AD + Ps\ AD$$

9. PRÓTESIS VALVULARES

La valoración de las prótesis valvulares debe realizarse idealmente a las 6-12 semanas de la intervención y debe incluir un examen clínico, un ECG y un ETT. La valoración clínica deberá repetirse anualmente o en el momento que aparezcan síntomas que hagan sospechar una complicación. El examen ecocardiográfico, que se utiliza para evaluar la función de las prótesis a la vez que permite su seguimiento, deberá repetirse también ante la aparición de síntomas cardíacos sospechosos de disfunción. **La repetición anual del ecocardiograma se recomienda a partir del 5º año en pacientes portadores de bioprótesis.**

En cualquier tipo de prótesis es posible la determinación de los gradientes transprotésicos y de las áreas efectivas, por los métodos previamente descritos para las válvulas nativas. La valoración de los gradientes durante el seguimiento se interpreta mejor respecto a los valores basales del paciente que a los valores teóricos de un tipo determinado de prótesis.

En las prótesis biológicas es posible estudiar su morfología, que puede variar con su degeneración, a la vez que aumenta el gradiente transvalvular. De las prótesis mecánicas se puede analizar el movimiento del ocluidor mediante modo M y eco-2D, pero sus componentes originan intensas reverberaciones que dificultan la exploración desde algunas ventanas transtorácicas, al enmascarar la señal de Doppler en las zonas donde se interponen estructuras metálicas. La exploración transesofágica, al estudiar las prótesis desde la aurícula izquierda, evita la «sombra» que producen a la transmisión del ultrasonido y detecta la presencia de regurgitaciones, ya sea por pequeñas fugas intraprotésicas o por dehiscencias del anillo de implantación. También puede diagnosticar la trombosis protésica (figura 9), que es otra causa de disfunción y la presencia de vegetaciones y abscesos periprotésicos en casos de endocarditis. En resumen, siempre que el ETT sea de mala calidad y en todos los casos que se sospeche disfunción protésica o endocarditis deberá realizarse un ETE.

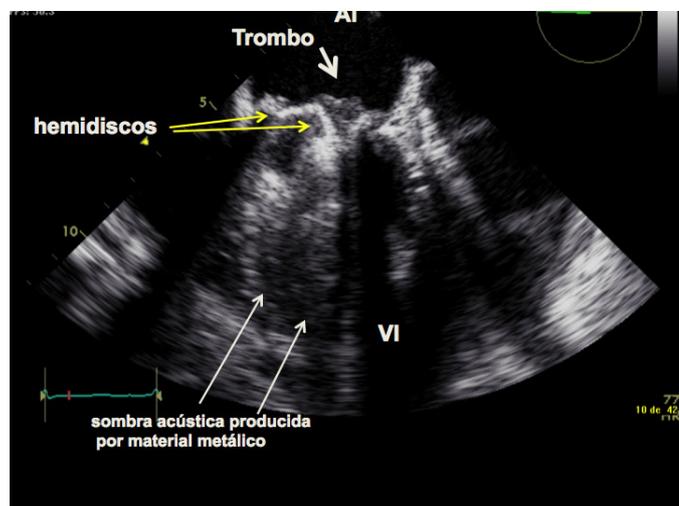


Figura 9. Trombosis protésica mitral. Imagen ETE del plano de 4 cámaras en sístole. Se aprecia un trombo (flecha gruesa) que bloquea un hemidisco y le impide ascender hasta la posición del anillo como el otro hemidisco (flechas amarillas), provocando obstrucción al llenado ventricular.

AI: aurícula izquierda. VI: ventrículo izquierdo.

BIBLIOGRAFÍA

- OTTO C.M. *Ecocardiografía clínica práctica*. 3ª ed. Ed. Elsevier España S.L. 2010.
- ADAMS DH, ROSENHEK R, FALK V. *Degenerative mitral valve regurgitation: best practice revolution*. Eur Heart J 2010; 31:1958-1966.
- VAHANIAN A. *Valvular Heart Disease ESC Guidelines on the Management of Valvular Heart Disease*. Eur Heart J. 2012; 33:2451-2496.