

Recomendaciones para la evaluación ecocardiográfica de la regurgitación valvular nativa: un resumen de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular

Patrizio Lancellotti^{1*}, Christophe Tribouilloy², Andreas Hagendorff³, Bogdan A. Popescu⁴, Thor Edvardsen⁵, Luc A. Pierard¹, Luigi Badano⁶, and Jose L. Zamorano⁷, On behalf of the Scientific Document Committee of the European Association of Cardiovascular Imaging: Thor Edvardsen, Oliver Bruder, Bernard Cosyns, Erwan Donal, Raluca Dulgheru, Maurizio Galderisi, Patrizio Lancellotti, Denisa Muraru, Koen Nieman, Rosa Sicari, Document reviewers: Erwan Donal, Kristina Haugaa, Giovanni La Canna, Julien Magne, Edyta Plonska

¹Department of Cardiology, GIGA Cardiovascular Sciences, University of Liège Hospital, Valvular Disease Clinic, CHU Sart Tilman, Liège 4000, Belgium; ²Department of Cardiology, University Hospital of Amiens, Picardie, France; ³Department für Innere Medizin, Kardiologie, Leipzig, Germany; ⁴Eurocolab, 'Carol Davila' University of Medicine and Pharmacy, Institute of Cardiovascular Diseases, Bucharest, Romania; ⁵Department of Cardiology and Center for Cardiological Innovation, Oslo University Hospital, Rikshospitalet and University of Oslo, Oslo, Norway; ⁶Department of Cardiac, Thoracic and Vascular Sciences, University of Padova, Padova, Italy; and ⁷University Hospital Ramón y Cajal, Madrid, Spain

Received 7 May 2013; accepted after revision 12 May 2013

La regurgitación valvular representa una causa importante de morbi-mortalidad cardiovascular. La ecocardiografía se ha convertido en el método de imagen no invasivo primario para la evaluación de la regurgitación valvular. La evaluación ecocardiográfica de la regurgitación valvular debería integrar la cuantificación de la regurgitación, evaluación de la anatomía y función de la válvula, así como las consecuencias de la enfermedad valvular en las cámaras cardíacas. En la práctica clínica, el manejo de los pacientes con insuficiencia valvular integra en gran medida los resultados de la ecocardiografía. Es fundamental proporcionar normas destinadas a establecer una lista de referencia de las mediciones a realizar para la evaluación de la regurgitación.

Palabras Clave Regurgitación valvular -- Ecocardiografía -- Recomendaciones -- Válvula aórtica -- Válvula mitral -- Válvula tricúspide -- Válvula pulmonar

INTRODUCCION

La ecocardiografía doppler es fundamental para la evaluación inicial y seguimiento de los pacientes con insuficiencia valvular. Proporciona información anatómica y funcional detallada y clarifica los mecanismos implicados en la insuficiencia valvular. La ecocardiografía doppler no sólo detecta la presencia de regurgitación, también permite entender los mecanismos de la insuficiencia, cuantificación de su gravedad, y repercusiones.¹⁻³ En la práctica clínica, el manejo de los pacientes con regurgitación valvular integra en gran medida los resultados de la ecocardiografía. Por lo tanto, es fundamental proporcionar normas destinadas a establecer una lista de referencia de las mediciones a realizar para la evaluación de la regurgitación. En la práctica, la evaluación de la insuficiencia valvular requiere el uso de diferentes modalidades ecocardiográficas, integración de múltiples parámetros, y se debe combinar con los datos clínicos. El presente documento tiene como objetivo presentar un resumen de las recomendaciones de los artículos publicados en la Revista Europea de Eco-cardiografía sobre la evaluación de la regurgitación valvular nativa.^{2,3}

RECOMENDACIONES GENERALES

La ecocardiografía Bidimensional (2D) transtorácica (ETT) se recomienda como imagen de primera elección en la regurgitación valvular y es a menudo suficiente para el diagnóstico. La ecocardiografía transesofágica bidimensional (ETE) se indica cuando la ETT es insuficiente o cuando se requiere de un diagnóstico más detallado. La ecocardiografía en tres dimensiones (3D) proporciona imágenes anatómicas más realistas e intuitivas del aparato valvular, que pueden proporcionar información adicional, particularmente en pacientes con lesiones complejas de la válvula, y permite una cuantificación más precisa de las consecuencias hemodinámicas de la regurgitación en las cámaras cardíacas.⁴

Evaluación valvular: recomendaciones

- 1- el ETT se recomienda como modalidad de imagen de 1ª elección en la regurgitación valvular.
- 2- el ETE se realiza cuando el ETT no es diagnóstico o cuando se requiere un diagnóstico más detallado.
- 3- el Eco 3D puede proporcionar información adicional en pacientes con lesiones valvulares complejas.
- 4- el ETE no está indicado cuando el ETT es de buena calidad excepto en la sala de cirugía mientras se realiza una cirugía valvular.

En la práctica, la evaluación de la regurgitación valvular comienza con el ETT 2D, que puede orientar fácilmente a una regurgitación severa en presencia de un importante defecto valvular o a una pequeña fuga cuando la anatomía y el movimiento de la válvula son normales. La etiología (causa de la enfermedad valvular) y mecanismo de la regurgitación (lesión/deformación que resulta en la disfunción valvular) incluyendo el tipo de disfunción (anormalidad del movimiento de las cúspides) se describen de acuerdo con la clasificación de Carpentier de la movilidad de los velos: Tipo I: movimiento valvar normal, Tipo II: movimiento excesivo, y Tipo III: movimiento restrictivo.⁵

Entonces, con una evaluación cuidadosa del chorro regurgitante por doppler color, usando múltiples vistas, se puede diagnosticar rápidamente una regurgitación mínima, que no requiere de ninguna otra cuantificación. En los demás casos, se recomienda el uso de métodos cuantitativos siempre que sea posible [vena contracta (VC); área de superficie de isovelocidad proximal (PISA)].

Estimación de la severidad de la regurgitación valvular: recomendaciones

- 1- el área de flujo color del jet regurgitante no se recomienda para cuantificar la severidad de la insuficiencia valvular.
- 2- tanto la medición de la VC como el método de PISA son recomendados para evaluar la severidad de la regurgitación, cuando sea posible.
- 3- parámetros complementarios deben usarse cuando hay discordancia entre el grado cuantificado de regurgitación y el contexto clínico.

En el segundo paso, se estima el impacto de la regurgitación en los ventrículos, aurículas, y la presión de la arteria pulmonar. El tamaño y función ventricular se mide utilizando diámetros y/o volúmenes (el método 2D biplano de discos o eco 3D cuando la imagen sea de calidad apropiada) (Figura 1). Es de destacar que la fracción de eyección es dependiente de la carga y a menudo sobreestima la función sistólica ventricular. Nuevos parámetros (velocidad miocárdica, deformación miocárdica por strain 2D, o strain rate) están disponibles actualmente para una mejor evaluación de la función ventricular, pero todavía necesitan ser validados en grandes series de pacientes en el contexto de la regurgitación

valvular. El volumen auricular puede ser medido de manera confiable por el método biplano área-longitud o ecocardiografía 3D.

El modo de adquisición, ventajas y limitaciones de los distintos parámetros de eco doppler utilizados para la evaluación de la severidad de la regurgitación valvular se detallan en las Tablas 1 y 2. Por último, los datos obtenidos se comparan con el contexto clínico del paciente con el fin de estratificar el manejo y seguimiento.⁶ Cuando esté indicado para válvulas del lado izquierdo, la cuantificación por ecocardiografía de ejercicio lograría ayudar a identificar lo que de otro modo podría ser considerado como una lesión valvular moderada, así como las consecuencias de la regurgitación a nivel ventricular y pulmonar. El uso de ecocardiografía de estrés en la enfermedad valvular es tema de un documento diferente.⁷ De acuerdo con el contexto clínico y el grado de regurgitación, se realizará un seguimiento adecuado.⁶

Tamaño y función del VI: recomendaciones

- 1- la evaluación cuantitativa de los diámetros, volúmenes y fracción de eyección del ventrículo izquierdo (VI) es obligatorio.
- 2- la medición 2D de los diámetros del VI se recomienda fuertemente si el modo M no puede ser colocado perpendicular al eje largo del VI.
- 3- el método de suma de discos biplano basado en 2D es el enfoque recomendado para estimar los volúmenes y fracción de eyección del VI.
- 4- la evaluación por eco 3D de la función del VI proporciona datos más precisos y reproducibles.
- 5- el eco contraste está indicado en pacientes con mala ventana acústica.
- 6- la evaluación cualitativa de la función del VI no se recomienda.
- 7- el volumen auricular izquierdo es el parámetro recomendado para evaluar su tamaño.

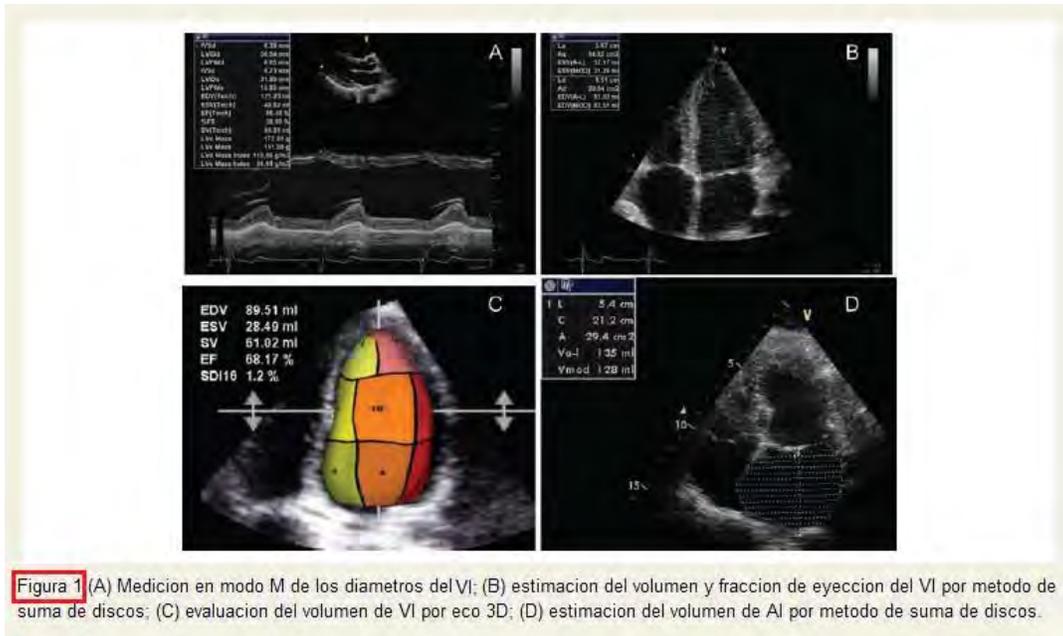


Figura 1 (A) Medición en modo M de los diámetros del VI; (B) estimación del volumen y fracción de eyección del VI por método de suma de discos; (C) evaluación del volumen de VI por eco 3D; (D) estimación del volumen de LA por método de suma de discos.

Tabla 1 Parametros ecocardiograficos usados para cuantificar la severidad de la regurgitacion: registros

Parametros	Insuf. Aortica (IAo)	Insuf. Pulmonar (IP)	Insuf. Mitral (IM)	Insuf. Tricuspeida (IT)
Morfologia de la valvula	Evaluacion visual Multiples vistas	Evaluacion visual Multiples vistas	Evaluacion visual Multiples vistas	Evaluacion visual Multiples vistas
Diametro del anillo tricuspideo	—	—	—	A4C. Borde interno lateral a borde interno septal
Flujo color del jet regurgitante	Optimizar ganancia/escala color. VPEL, VPEC	Optimizar ganancia/escala color. Evaluacion en VPEC	Optimizar ganancia/escala color. Evaluacion en 2 vistas. Medir TA	Optimizar ganancia/escala color. Evaluar en 2 vistas. Medir TA
Ancho VC	Se prefiere VPEL (si no esta disponible, vista A4C). Optimizar ganancia/escala color. Identificar los 3 componentes del jet regurgitante (VC, PISA, jet dentro del VI). Reducir tamaño del sector color y profundidad de imagen para maximizar la velocidad de fotogramas. Ampliar la zona seleccionada (zoom). Usar la secuencia cine para encontrar el mejor fotograma. Medir la VC mas pequeña (inmediatamente distal al orificio regurgitante, perpendicular a la direccion del jet).	VPEC. Optimizar ganancia/escala color e identificar los 3 componentes del jet regurgitante. Reducir tamaño del sector color y profundidad de imagen para maximizar la velocidad de fotogramas. Ampliar la zona seleccionada (zoom) y encontrar el mejor fotograma para medicion. Medir la VC mas pequeña.	Dos planos ortogonales (VPEL, vista A4C). Optimizar ganancia/escala color. Identificar los 3 componentes del jet regurgitante. Reducir tamaño del sector color y profundidad de imagen para maximizar la velocidad de fotogramas. Ampliar la zona seleccionada (zoom). Usar la secuencia cine para encontrar el mejor fotograma para medicion. Medir la VC mas pequeña (inmediatamente distal al orificio regurgitante, perpendicular a la direccion del jet)	Vista A4C. Optimizar ganancia/escala color. Identificar los 3 componentes del jet regurgitante. Reducir tamaño del sector color y profundidad de imagen para maximizar la velocidad de fotogramas. Ampliar la zona seleccionada (zoom). Usar la secuencia cine para encontrar el mejor fotograma para medicion. Medir la VC mas pequeña (inmediatamente distal al orificio regurgitante, perpendicular a la direccion del jet).

Continua ...

Tabla 1 Parametros ecocardiograficos usados para cuantificar la severidad de la regurgitacion: registros

Parametros	Insuf. Aortica (IAo)	Insuf. Pulmonar (IP)	Insuf. Mitral (IM)	Insuf. Tricuspeida (IT)
Metodo de PISA	A5C para jet central (para jet excéntrico VPEL). Optimizar flujo color. Ampliar la imagen de la valvula aortica regurgitante. Aumentar el limite de Nyquist vista apical/disminuir o incrementar en VPEL. Con el modo cine seleccionar el mejor PISA. Mostrar el color de vez en cuando para ver el orificio de IAo. Medir el radio de PISA en diastole usando el 1° aliasing y a lo largo de la direccion del haz ultrasonico. Medir la velocidad pico de la IAo y VTI (CW). Calcular el flujo, EROA, Vol Regurgitante.	VPEC. Optimizar flujo color y ampliar zona seleccionada. Disminuir limite de Nyquist (flujo color referencia cero). Medir radio de PISA en diastole usando el 1° aliasing y a lo largo de la direccion del haz ultrasonico. Medir la velocidad pico de la IP y VTI (CW). Calcular el flujo, EROA, Vol Regurgitante.	A4C. Optimizar flujo color. Ampliar la imagen de la valvula mitral. Disminuir limite de Nyquist (flujo color referencia cero). Con el modo cine seleccionar el mejor PISA. Mostrar el color de vez en cuando para ver el orificio de IM. Medir el radio de PISA en mesosistole usando el 1° aliasing y a lo largo de la direccion del haz ultrasonico. Medir velocidad pico de la IM y VTI (CW). Calcular el flujo, EROA, Vol Regurgitante.	A4C. Optimizar flujo color. Ampliar la imagen de la valvula tricuspide. Disminuir limite de Nyquist (flujo color referencia cero). Con el modo cine seleccionar el mejor PISA. Mostrar el color de vez en cuando para ver el orificio de IT. Medir el radio de PISA en mesosistole usando el 1° aliasing y a lo largo del haz ultrasonico. Medir velocidad pico de la IT y VTI (CW). Calcular el flujo, EROA, Vol Regurgitante.
Perfil con CW del jet regurgitante	A5C	VPEC	A4C	A4C
Tiempo de hemipresion	A5C - Doppler CW IAo	Doppler CW IP	—	—
Flujo reverso diastolico en Ao descendente	Doppler PW Ao descendente proximal / Ao abdominal	—	—	—

Continua...

Tabla 1 Parámetros ecocardiográficos usados para cuantificar la severidad de la regurgitación: registros

Parámetros	Insuf. Aortica (IAo)	Insuf. Pulmonar (IP)	Insuf. Mitral (IM)	Insuf. Tricuspeida (IT)
Flujo vena pulmonar	—	—	A4C. Volumen de muestra del PW ubicado dentro de la vena pulmonar superior derecha. Evaluar las diferentes venas cuando sea posible.	—
Flujo vena hepática	—	—	—	vista subcostal. Volumen de muestra del PW ubicado dentro de la vena hepática.
Velocidad pico E	—	—	A4C. Volumen de muestra del PW ubicado en la punta de valvas mitral.	A4C. Volumen de muestra del PW ubicado en la punta de valvas tricuspíde.
Tamaño ventricular	Utilizar preferiblemente el método de Simpson para evaluar el VI	Usar preferiblemente el tamaño del VD desde la vista A4C.	Utilizar preferiblemente el método de Simpson para evaluar el VI.	Usar preferiblemente el tamaño del VD desde la vista A4C.

A4C, apical 4 cámaras; VPEL, vista paraesternal eje largo; VPEC, vista paraesternal eje corto; V2C, vista 2 cámaras; VI, ventrículo izquierdo; VD, ventrículo derecho; TA, presión arterial; EROA, área orificio regurgitante efectivo; CW, doppler continuo; PW, doppler pulsado; VC, vena contracta.

Tabla 2 Parámetros ecocardiográficos usados para cuantificar la severidad de la regurgitación: ventajas y limitaciones

Parámetros	Ventajas	Limitaciones
Morfología de la válvula	Valvula flail es específica para regurgitación severa (ej. ruptura músculo papilar en IM)	Otras anomalías no son específicas para regurgitación valvular severa.
Diámetro anillo tricuspídeo en IT	Dilatación es sensible para IT severa	Dilatación se puede ver en otras condiciones Necesita ser confirmado en nuevos estudios
Jet color regurgitante	Fácil de usar. Evalúa la orientación espacial del jet regurgitante. Buen test de screening para regurgitación leve vs severa.	Puede ser inexacto para estimar la severidad de la regurgitación Influenciado por factores hemodinámicos y técnicos. Expansión impredecible debajo del orificio en IAo o IP. Infraestima jets excéntricos adheridos a la pared auricular (efecto Coanda) en IM o IT
Ancho VC	Relativamente fácil y rápido, independiente de factores hemodinámicos e instrumentales. No afectado por otras pérdidas valvulares. Buena para regurgitación extrema: leve vs severa. Puede usarse en jets excéntricos	No válido para múltiples jets. Valores pequeños; pequeños errores en medición conducen a gran porcentaje de error. Valores intermedios necesitan de confirmación. Afectado por los cambios del flujo sistólico regurgitante Carencia de datos publicados en IP
Método de PISA	Puede usarse en jets excéntricos. No se altera por la etiología de la regurgitación y pérdida de otra válvula. Cuantitativo: estima severidad de la lesión (AORE) y sobrecarga de volumen (Vol Regurgitante) Flujo de convergencia a 50 cm/seg alerta sobre IM significativa. Un gran flujo de convergencia a 28 cm/seg alerta IT significativa	La forma de PISA se afecta por velocidad de aliasing, en caso de orificio no circular, por cambios del flujo sistólico regurgitante, por estructuras adyacentes (restricción al flujo). El radio de PISA es a menudo oval. Variabilidad interobservador. No válido para múltiples jets. Errores en la medición de PISA se elevan al cuadrado Posibilidad limitada en calcificación valvular aórtica en IAo. Validación en pocos estudios en IT. Escasos datos publicados para IP

Continua...

Tabla 2 Parametros ecocardiograficos usados para cuantificar la severidad de la regurgitacion: ventajas y limitaciones

Parametros	Ventajas	Limitaciones
Perfil con CW del jet regurgitante	Simple, facilmente disponible	Cualitativo, hallazgo complementario. Señal completa dificil de obtener en jets excéntricos
Tiempo hemipresion en IAo o IP	Simple	Afectada por compliance del VI, presion arterial, agudeza
Flujo diastolico reverso en Ao descendente en IAo	Simple	Afectado por la ubicacion del volumen de muestra, agudeza de IAo y compliance de Ao. Una breve velocidad reversa es normal. Corte validado para arco aortico distal
Flujo vena pulmonar en IM	Simple. Flujo reverso sistolico es especifico para IM severa	Afectado por presion en AI y FA. Inexacta si el chorro de IM se dirige a la vena muestreada
Flujo vena hepatica en IT	Simple. Flujo reverso sistolico es especifico para IT severa	Afectado por presion en AD y FA
Velocidad pico E en IM o IT	Simple, facilmente disponible. Usualmente aumenta en regurgitacion severa	Afectado por presion en A, FA y relajacion ventricular. Hallazgo complementario
Tamaño auricular y ventricular	Dilatacion es sensible para regurgitacion severa cronica. Tamaño normal excluye al menos regurgitacion severa cronica	Dilatacion se observa en otras condiciones (no especifica). Puede ser normal en regurgitacion aguda severa

IAo, insuficiencia aortica; CW, doppler continuo; AORE, area orificio regurgitante efectivo; IM, insuficiencia mitral; PISA, area de superficie de isovelocidad proximal; IT, insuficiencia tricuspidea; IP, insuficiencia pulmonar; VC, vena contracta; Ao, aorta; AD, auricula derecha; FA, fibrilacion auricular. A: auriculas. Destacados: parametros especificos para regurgitacion valvular.

Insuficiencia Aórtica

La regurgitación aórtica (IAo) es una enfermedad valvular frecuente. La ecocardiografía juega un papel importante en la evaluación y manejo de estos pacientes.

Anatomía y función de la válvula aórtica

La válvula aórtica consiste en un complejo de estructuras que rodean al orificio aórtico a lo largo del tracto de salida del ventrículo izquierdo (VI).⁸ Típicamente, la válvula tiene tres valvas, en forma de semiluna. Las cúspides se insertan en un anillo de tejido conectivo fibroso, que está unido por arriba a la capa media de la aorta (los senos de Valsalva y la unión sino-tubular). Por debajo, las cúspides están unidas al miocardio del tracto de salida del VI (TSVI) y a la valva anterior mitral (anillo basal virtual), debajo de la unión anatómica ventrículo-aórtica. Por lo tanto, el verdadero anillo anatómico aórtico no es en realidad el anillo proyectado en la inserción más basal de la valva – como generalmente se lo define y mide con diversas técnicas de imagen – sino como una estructura tridimensional en forma de corona. De hecho, el tamaño del anillo aórtico y la raíz están influenciados por la presión interna y van cambiando dinámicamente durante el ciclo cardíaco. Cada cúspide está unida a lo largo de su borde curvo, y se reúnen en tres comisuras que son equidistantes a lo largo de la circunferencia del anillo en el reborde supra-aórtico. En la válvula aórtica normal, las cúspides son simétricas, móviles, y libres en las comisuras, con la misma superposición sobre el cierre. Las valvas se nombran izquierda, derecha, y no coronaria basado en la ubicación de los orificios coronarios.

Etiología y mecanismos de la IAo

La IAo resulta de la enfermedad de cualquiera de las valvas aórticas o de la raíz aórtica que distorsiona las valvas e impide su correcta aposición. Las causas más comunes de anomalías de las valvas que resultan en IAo incluyen la

calcificación senil, válvula aórtica bicúspide, endocarditis infecciosa y fiebre reumática. Entre las causas que afectan la raíz aórtica se incluyen la ectasia anuloaórtica (dilatación de la raíz idiopática), Síndrome de Marfán, disección aórtica, enfermedad vascular del colágeno, y sífilis. La clasificación de Carpentier también se usa comúnmente para describir el mecanismo de la IAo (Figura 2) (Tabla 3).⁹

Punto clave: en pacientes con IAo, el análisis cuidadoso de la válvula aórtica es obligatorio. El informe del eco debe incluir información sobre la etiología, el proceso de la lesión, y el tipo de disfunción. La probabilidad de reparación de la válvula también debe ser discutido en los casos de IAo pura.

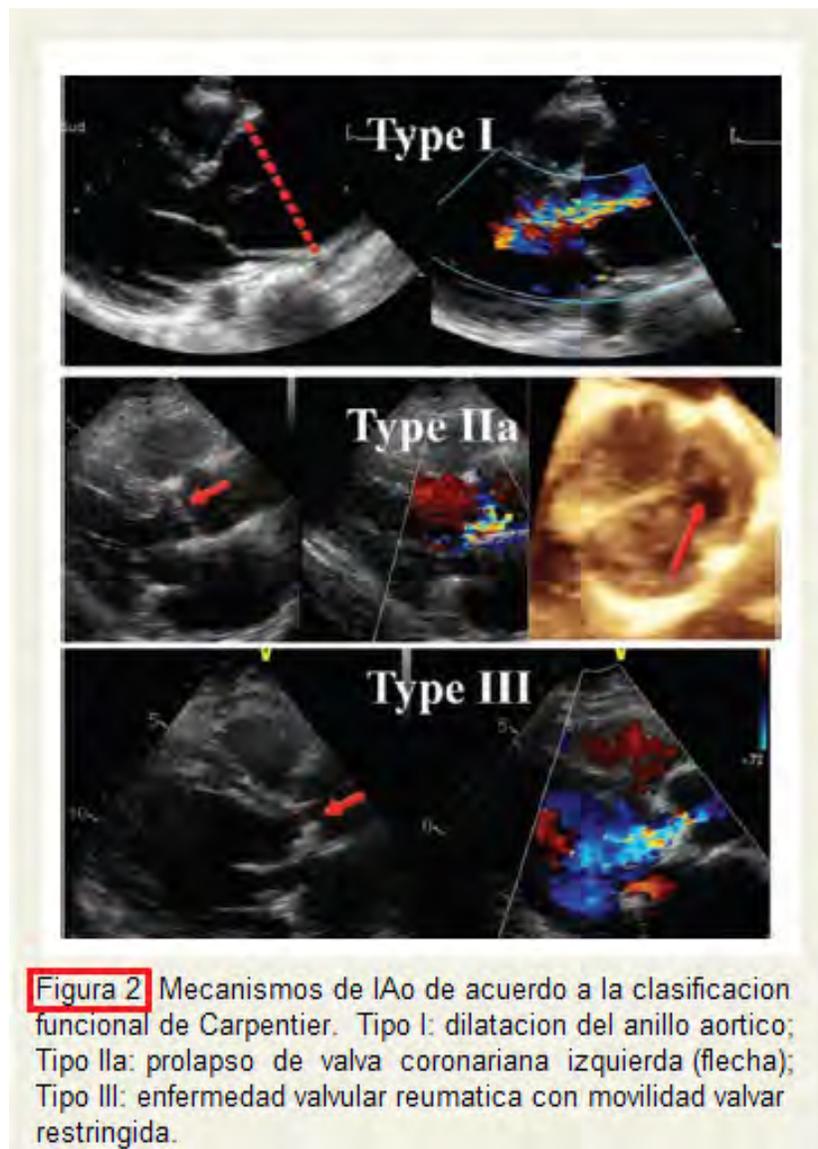


TABLA 3 Clasificación funcional de IAo

Disfunción	Hallazgos ecocardiograficos
Tipo I: agrandamiento de raíz aortica con valvas normales	Dilatacion de cualquiera de los componentes de la raíz aortica (anillo, senos de valsalva, union sinotubular)
Tipo IIa: prolapso valvular con jet excentrico	
Valva flail	Eversion completa de la valva dentro del TSVI en la vista paraesternal eje largo
Prolapso parcial de la valva	Parte distal de la valva prolapsando dentro del TSVI (flexion clara del cuerpo valvar en la vista de eje largo y la presencia de una pequeña estructura circular cerca del borde libre de la valva en la vista del eje corto)
Prolapso total de la valva	Borde libre de una cusvide reemplazando el plano del anillo aortico con ondulacion del cuerpo entero en el TSVI (presencia de una gran estructura circular u oval justo por debajo de la valvula en la vista del eje corto)
Tipo IIb: fenestracion del borde libre con jet excentrico	Presencia de un jet de IAo excentrico sin evidencia clara de prolapso valvar
Tipo III: pobre calidad o cantidad valvar	Valvas engrosadas y rigidas con motilidad restringida Destruccion tisular (endocarditis infecciosa) Gran calcificacion localizada o generalizada interfiriendo en la motilidad valvar

El grado de calcificacion de la valvula aortica se obtuvo como sigue:
Grado 1: sin calcificacion
Grado 2: pequeña calcificacion localizada aislada
Grado 3: gran calcificacion localizada interfiriendo con la motilidad valvar
Grado 4: calcificacion generalizada extensa con restriccion de la motilidad valvar.

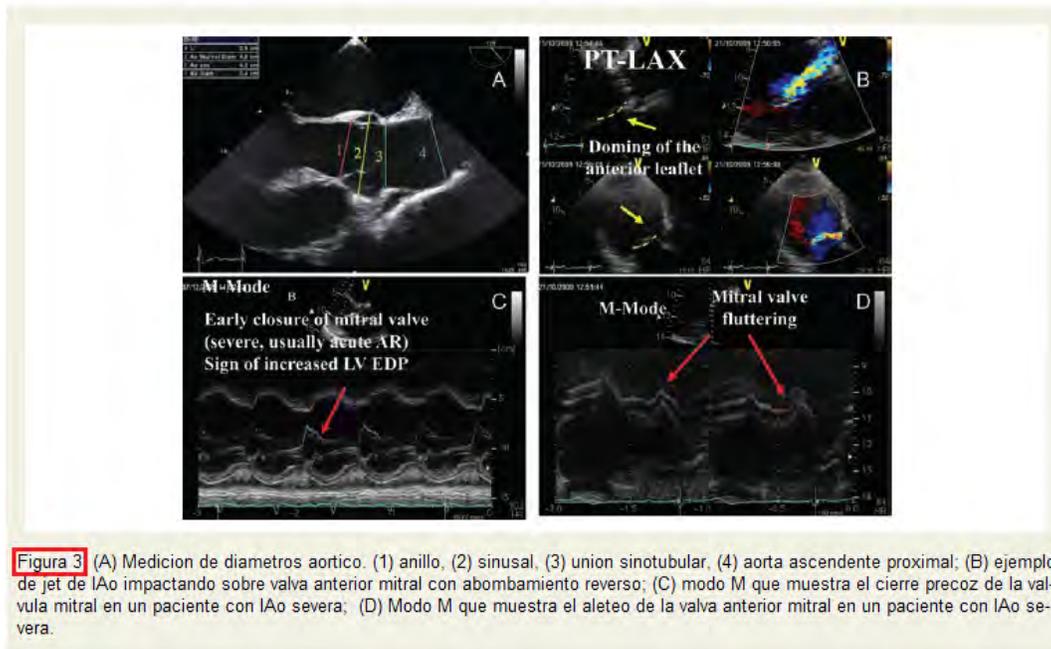
Evaluación ecocardiográfica de la IAo

El eje largo paraesternal se usa clásicamente para medir los diámetros del tracto de salida del VI, anillo aórtico, y de los senos aórticos. El grosor y morfología de las valvas pueden visualizarse desde esta ventana, así como desde la vista paraesternal eje corto y apical de cinco cámaras. Sin embargo, no es raro, que por ETT bidimensional no se logre una evaluación completa de la anatomía y causas de la IAo. En esta situación, si la ventana acústica es óptima, el eco 3D podría proporcionar una mejor delimitación de la morfología de la válvula aórtica.^{4,8} En algunos casos, el ETE será necesario particularmente cuando el ETT es insuficiente para la evaluación de los mecanismos y causas de la IAo, así como la morfología y dimensiones de la raíz aórtica.⁹

Hallazgos bidimensional/Modo M en la IAo

Información sobre patología de las cúspides (redundancia, restricción, altura de cúspides como indicador de adecuada coaptación, movilidad/flexibilidad, grosor, integridad), variaciones en la comisura (fusión, ensanchamiento, sitio de unión y alineación), y morfología de la raíz (hipertrofia septal, tamaño del anillo, dimensión del segmento sinusal, unión sino-tubular y aorta ascendente) deben ser proporcionados. La presencia de una válvula “flail” es específica para IAo severa. Además, por eco 2D (domo inverso de la valva anterior mitral; aspecto hiperecogénico del septum basal) y modo M (aleteo de alta frecuencia de la valva anterior mitral, cuerdas de la válvula mitral, o tabique interventricular; cierre precoz de la válvula mitral; apertura diastólica precoz de la válvula aórtica) son hallazgos que se pueden asociar con IAo y deben buscarse (Figura 3).

Punto clave: Los hallazgos ecográficos adicionales son usados como parámetros complementarios para evaluar la severidad de la IAo. La evaluación de la morfología y dimensión de la raíz aórtica es obligatorio.



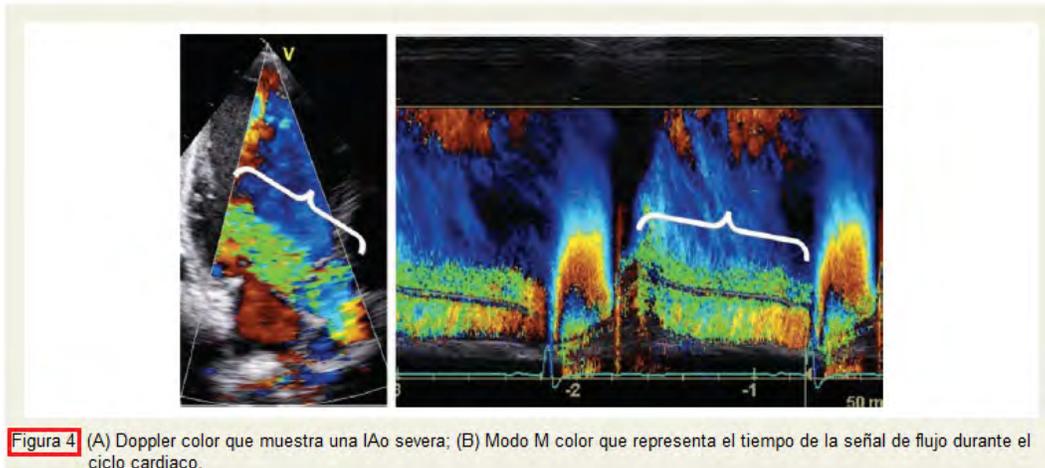
Evaluación de la severidad de la IAo

Flujo doppler color

Imagen flujo color. Utilizando el flujo doppler color, el jet regurgitante hacia el VI durante la diástole se puede visualizar desde múltiples vistas. El área del jet color y la longitud están pobremente relacionados con el grado de IAo, ya que se ven afectados por el gradiente de presión diastólico entre aorta-VI y la compliance del VI, y con frecuencia son sobreestimados desde las vistas apicales. No se recomiendan actualmente para cuantificar la gravedad de la IAo. En la práctica, el flujo doppler color sirve para la detección y evaluación visual inicial de la IAo. Jets centrales son sugestivos de enfermedad reumática, mientras que chorros excéntricos están más asociados con prolapso de la válvula aórtica o perforación. El modo M color es apropiado para la secuencia temporal de las señales de flujo durante el ciclo cardíaco (Figura 4). El diámetro y el área de sección transversal del chorro en su origen son índices de doppler color semi-cuantitativos de severidad de IAo. El diámetro máximo del jet color (ancho) se mide en diástole inmediatamente debajo de la válvula aórtica (en la unión del TSVI con el anillo aórtico) en la vista paraesternal eje largo. El ancho del chorro es proporcional al tamaño del defecto de la válvula aórtica. Sin embargo, al asumirse un orificio regurgitante circular, si la forma del orificio es irregular, como en la válvula bicúspide, el ancho del jet color estará menos relacionado con el grado de regurgitación. La exactitud se puede mejorar mediante la normalización del ancho del chorro para el diámetro del TSVI. El área de sección transversal del jet desde la vista paraesternal eje corto y su relación con el área del TSVI es también un parámetro semicuantitativo de gravedad de la IAo. Aunque estas mediciones sufren de una alta variabilidad

inter-observador, una relación del ancho del chorro mayor a 65% es un fuerte argumento para IAo severa.

Punto clave: El área del flujo color del jet regurgitante, como único parámetro, no se recomienda para cuantificar la gravedad de la IAo. La imagen de flujo color sólo se debe utilizar para la evaluación visual de la IAo. Una aproximación más cuantitativa se requiere cuando se observa más que un jet de IAo central pequeño.



Ancho de VC. Para IAo, la imagen de VC – el jet regurgitante al atravesar el orificio aórtico o el área regurgitante efectivo – es obtenido desde la vista paraes-ternal eje largo.¹¹⁻¹³ Prácticamente, la VC representa el menor diámetro del flujo a nivel de la válvula aórtica en el TSVI inmediatamente por debajo de la zona de convergencia del flujo (figura 5). Ofrece así una estimación del tamaño del área del orificio regurgitante efectivo (EROA) y es menor que el ancho del jet regurgitante en el TSVI (expansión del jet inmediatamente debajo de la VC). Utilizando un límite de Nyquist de 50-60 cm/s, un ancho de VC <3 mm se correlaciona con IAo leve, mientras que un ancho >6 mm indica IAo severa. La medición de la VC se ve afectada por diversos factores como la presencia de múltiples jets. En esta situación, los respectivos anchos de VC no deben sumarse. El concepto de VC de hecho se basa en la suposición de que el orificio regurgitante es casi circular. Este orificio es muchas veces elíptico o irregular lo cual cambia el ancho de VC en diferentes vistas. El eco doppler color en 3D ha demostrado ser una posible herramienta útil en la visualización de la forma real del orificio regurgitante.¹³

Punto Clave: cuando sea posible, la medición del ancho de la VC se recomienda para cuantificar la IAo. Un valor intermedio de VC (3-6 mm) necesita ser confirmado por otro método cuantitativo, de ser factible. La VC puede ser obtenida en jet excéntricos. En caso de múltiples jets, los respectivos valores de VC no se suman. La evaluación de la VC por eco 3D aun se reserva para fines de investigación.

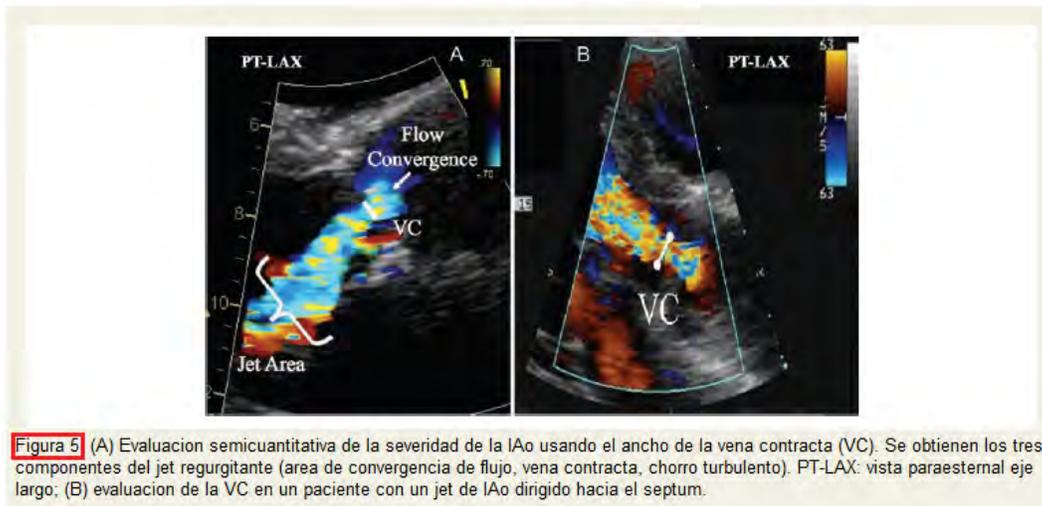


Figura 6 (A) Evaluación semicuantitativa de la severidad de la IAo usando el ancho de la vena contracta (VC). Se obtienen los tres componentes del jet regurgitante (area de convergencia de flujo, vena contracta, chorro turbulento). PT-LAX: vista paraesternal eje largo; (B) evaluación de la VC en un paciente con un jet de IAo dirigido hacia el septum.

Método de convergencia de flujo. La evaluación de la zona de convergencia de flujo ha sido menos estudiada en IAo que en insuficiencia mitral (IM).¹⁴⁻¹⁵ La imagen de la zona de convergencia del flujo es obtenida desde las vistas apical 3 o 5 cámaras o vista paraesternal eje largo o paraesternal derecho alto. El radio del PISA es medido en diástole usando el primer aliasing. Volumen regurgitante (R Vol) y EROA son obtenidos usando las formulas estándar (figuras 6 y 7). La convergencia de flujo o método de PISA tiene importantes limitaciones. En primer lugar no es factible en un significativo porcentaje de pacientes con IAo debido a interposición de tejido de la válvula y dificultad en la correcta identificación de la zona de convergencia de flujo. Zonas de convergencia de flujo reducidas o no planas que invalidan la asunción hemisférica son potenciales causas tanto de infra como sobreestimación de la severidad de IAo por este método. Por ende, se debe tener precaución cuando se usa el método de PISA en pacientes con un ángulo obtuso del flujo de convergencia, como en aquellos con dilatación aneurismática de aorta ascendente o con una zona de convergencia de flujo reducida como podría ocurrir en pacientes con perforación de valvas o fugas comisurales. Los grados de severidad de la IAo clasifican a la regurgitación como leve, moderada o severa, y una subclasificación del grupo moderado en “leve a moderada” (EROA de 10-19 mm² o un volumen regurgitante, R Vol de 20-44 ml) y “moderada a severa” (EROA de 20-29 mm² o un R Vol de 45-59 ml). Un EROA ≥ 30 mm² o un R Vol ≥ 60 ml indican IAo severa.

Punto clave: cuando sea factible, el método de PISA es altamente recomendable para cuantificar la severidad de la IAo. Puede ser utilizado tanto en jets centrales como excéntricos. En chorros excéntricos, recomendamos el uso de la vista paraesternal eje largo para evaluar la zona de convergencia de flujo. Un EROA ≥ 30 mm² o un R Vol ≥ 60 ml indican IAo severa.

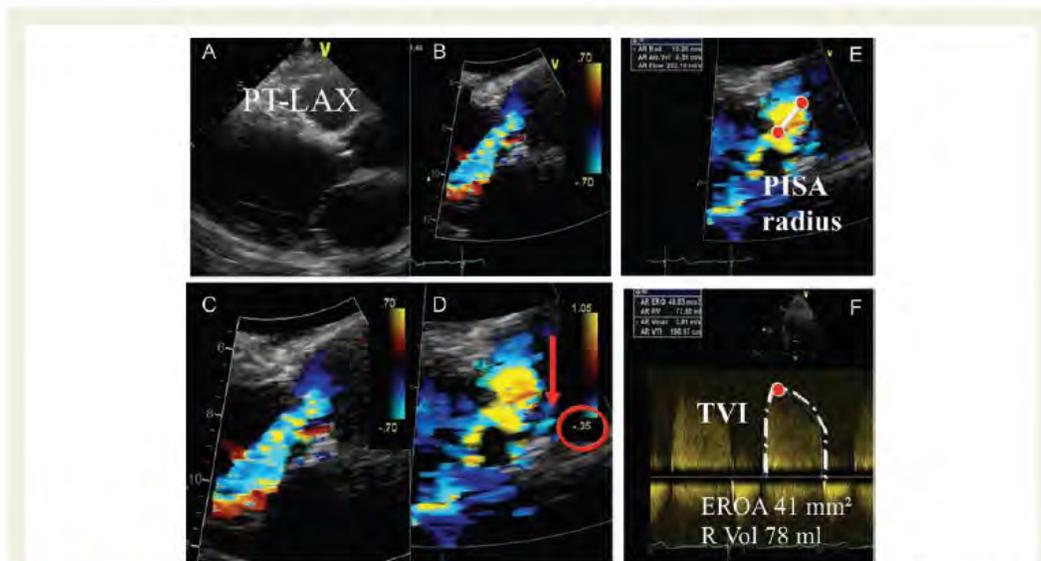


Figura 6 Evaluación cuantitativa de la severidad de la IAo con metodo de PISA. Analisis paso a paso: (A) vista paraesternal eje largo (PT-LAX); (B) visualizacion flujo color; (C) zoom de la zona seleccionada; (D) desplazamiento hacia abajo de la linea de base hasta obtener un PISA hemisferico; (E) medicion del radio de PISA usando el primer aliasing; (F) doppler continuo del jet de IAo que permite el calculo del area del orificio regurgitante efectivo (EROA) y volumen regurgitante (R Vol).
 TVI: integral velocidad-tiempo

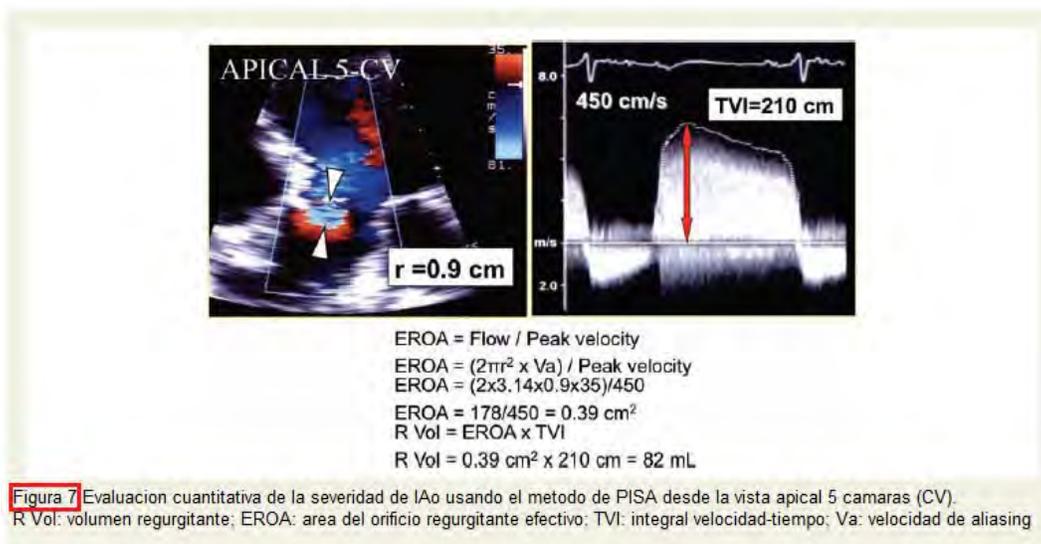


Figura 7 Evaluación cuantitativa de la severidad de IAo usando el metodo de PISA desde la vista apical 5 camaras (CV).
 R Vol: volumen regurgitante; EROA: area del orificio regurgitante efectivo; TVI: integral velocidad-tiempo; Va: velocidad de aliasing

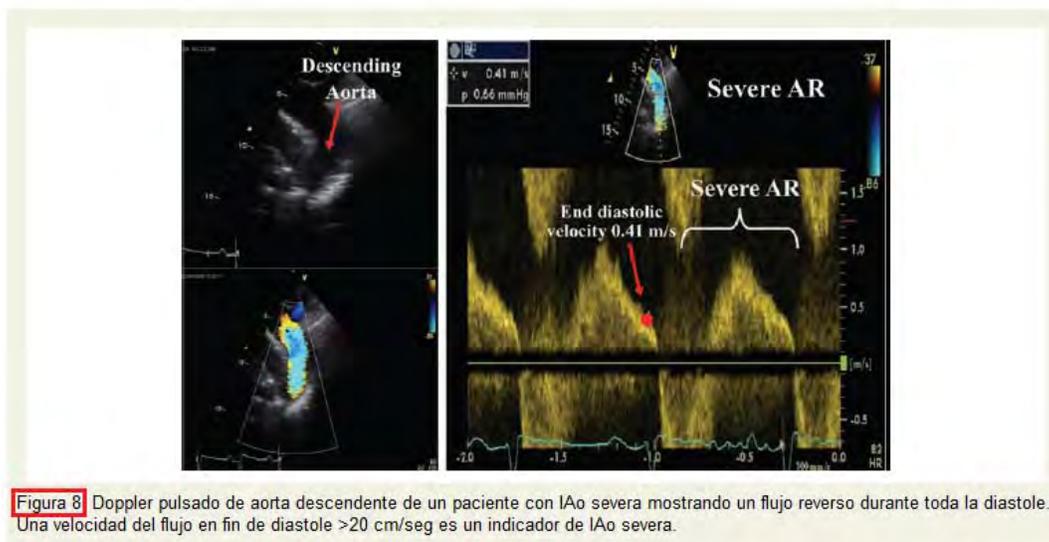
Doppler pulsado

Método doppler volumétrico. El método doppler pulsado (PW) puede ser usado como una alternativa para cuantificar la severidad de la IAo.¹⁻³ En ausencia de IM significativa, el flujo de llenado mitral es usado para calcular el volumen sistólico sistémico (ver sección “regurgitación mitral”). El sitio pulmonar puede ser usado en pacientes con IM significativa. El volumen sistólico total deriva del volumen sistólico en el TSVI. Este método consume mucho tiempo y esta asociado con varios inconvenientes. En general, una fracción regurgitante (R Vol dividido por el volumen sistólico del TSVI) >50% indica IAo severa.

Flujo reverso diastólico en aorta descendente (o arterias periféricas). La IAo puede dar lugar a la inversión del flujo diastólico en aorta. La inversión del flujo

es mejor evaluada en la aorta descendente superior a nivel del istmo aórtico desde una vista supraesternal usando doppler PW. El volumen de muestra se coloca inmediatamente distal al origen de la arteria subclavia izquierda y alineado lo mejor posible al eje largo de la aorta. El filtro doppler se reduce a su nivel más bajo para permitir la detección de bajas velocidades (<10 cm/s). Con grados leves de regurgitación, hay una breve inversión del flujo limitado a la diástole temprana. A medida que el grado de regurgitación aumenta, la duración y velocidad del flujo reverso durante la diástole también se incrementan. Y se vuelve sostenido a lo largo de la diástole con velocidades superiores a 20 cm/s en IAo grave (velocidad de fin de diástole medido en el pico de la onda R) (Figura 8). Este valor de corte ha sido validado en la aorta descendente proximal apenas debajo del istmo aórtico.¹⁶ Un flujo reverso holodiastólico significativo en la aorta abdominal es también un signo muy específico de IAo severa.

Punto clave: La medición de la inversión del flujo diastólico en aorta descendente y abdominal es recomendable, cuando sea posible. Debe considerarse como el parámetro adicional más fuerte para evaluar la gravedad de la IAo.



Doppler continuo del chorro de IAo

El doppler continuo (CW) del jet de IAo se obtiene clásicamente desde la vista de cinco cámaras apical (Figura 9). Sin embargo, se debe hacer lo posible para obtener el ángulo doppler correcto con el fin de minimizar los errores relacionados con la posible falta de alineación del haz de ultrasonido. Para chorros excéntricos, se pueden obtener mejores señales desde la ventana paraesternal derecha. Si bien una señal espectral débil es compatible con IAo leve, existe una superposición significativa entre las formas moderada y severa en las señales más densas. En la práctica, la densidad del CW no proporciona información útil acerca de la gravedad de la IAo. La clasificación por este método es cualitativa. La velocidad de desaceleración diastólica del chorro regurgitante y el tiempo de hemipresión reflejan tanto el grado de regurgitación

como las presiones ventriculares de fin de diástole. A medida que el grado de IAo aumenta, disminuye la presión diastólica aórtica y se incrementa la presión de fin de diástole del VI.^{17,18} La velocidad del jet diastólico tardío se reduce y el tiempo de hemipresión se acorta. Un tiempo de hemipresión <200 ms concuerda con IAo severa, mientras que un valor >500 ms sugiere IAo leve. Es de destacar que el tiempo de hemipresión está influenciado por la compliance de cámara, la rapidez de instauración de la IAo (ejemplo, en IAo aguda severa, el PHT es casi siempre corto) y el gradiente de presión aorto-ventricular.

Punto clave: La densidad del chorro de IAo por doppler CW no proporciona información completa sobre la gravedad de la IAo. La evaluación con tiempo de hemipresión requiere una buena alineación del haz doppler. A menudo se necesita una cuidadosa angulación del transductor. Por influencia de la presión y compliance de cámara, sólo puede servir como un hallazgo complementario para la evaluación de la gravedad de la IAo.

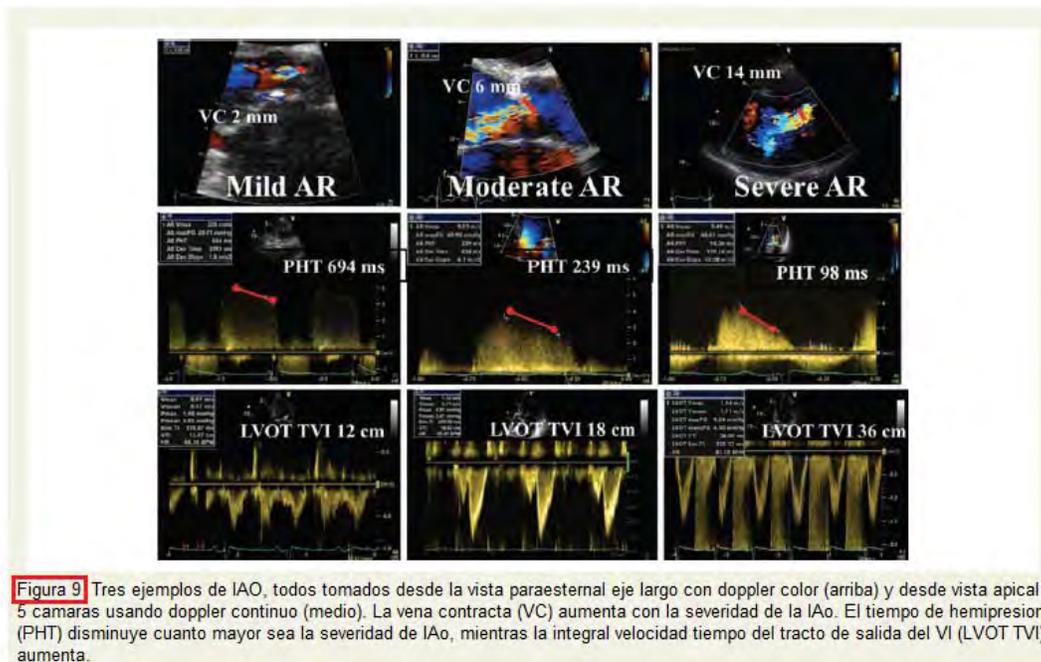


Figura 9 Tres ejemplos de IAo, todos tomados desde la vista paraesternal eje largo con doppler color (arriba) y desde vista apical 5 cámaras usando doppler continuo (medio). La vena contracta (VC) aumenta con la severidad de la IAo. El tiempo de hemipresión (PHT) disminuye cuanto mayor sea la severidad de IAo, mientras la integral velocidad tiempo del tracto de salida del VI (LVOT TVI) aumenta.

Consecuencias de la IAo sobre el tamaño y función del VI

La presencia de IAo severa tiene efectos hemodinámicos importantes, principalmente en el VI. La IAo impone una sobrecarga de volumen en el ventrículo izquierdo. En la IAo aguda, el VI clásicamente no está agrandado, mientras que en la situación crónica, el VI se dilata progresivamente y pueden ocurrir daños irreversibles. Por lo tanto, la dilatación es sensible para IAo crónica significativa, mientras que un tamaño normal prácticamente excluye una IAo crónica severa. Sin embargo, la dilatación se puede observar en otras condiciones (inespecíficas) o puede estar ausente en IAo severa aguda.

Punto clave: diámetros, volúmenes y fracción de eyección del VI siempre deben ser medidos y reportados. Se recomienda fuertemente indexar los diámetros y volúmenes del VI por el área de superficie corporal.

Integración de los índices de severidad

La evaluación ecocardiográfica de la IAo incluye la integración de información proveniente de imágenes en 2D/3D de la raíz aórtica, válvula aórtica, y VI, así como medidas doppler de la severidad de la insuficiencia (Tabla 4). Se debería hacer el esfuerzo para cuantificar el grado de regurgitación, excepto ante la presencia de IAo leve o menos. Tanto el ancho de VC y el método de PISA se recomiendan, siempre que sea posible. Parámetros complementarios ayudan en la estratificación de gravedad de la IAo y deben ser utilizados ampliamente en particular cuando existe discordancia entre el grado de severidad de la IAo y el contexto clínico. Estos parámetros deben ser interpretados de acuerdo a la cronicidad de la IAo y el remodelado del VI.

Tabla 4 Grados de severidad de IAo

Parámetros	Leve	Moderada	Severa
Cualitativos			
Morfología valvula aortica	Normal/anormal	Normal/anormal	Anormal/flail/gran defecto de coaptacion
Ancho del jet color de IAo ^a	Pequeño en jets centrales	Intermedio	Grande en jet central, variables en jets excentricos
CW del jet de IAo	Incompleto/debil	Denso	Denso
Flujo diastolico reverso en aorta descendente	Breve, protodiastolico	Intermedio	Holodiastolico (velocidad fin de diastole >20cm/s)
Flujo diastolico reverso en aorta abdominal	Ausente	Ausente	Presente
Semicuantitativos			
Ancho VC (mm)	<3	Intermedio	≥6
Tiempo hemipresion (ms) ^b	>500	Intermedio	<200
Cuantitativos			
EROA (mm ²)	<10	10-19; 20-29 ^d	≥30
R Vol (ml) + tamaño del VI ^c	<30	30-44; 45-59 ^d	≥60

IAo, insuficiencia aortica; CW, doppler continuo; EROA, area orificio regurgitante efectivo; VI, ventriculo izquierdo; R Vol, volumen regurgitante; VC, vena contracta.

a A un limite de Nyquist de 50-60 cm/seg.

b El tiempo de hemipresion se acorta con el aumento de la presion diastolica del VI, terapia con vasodilatadores, y en pacientes con aorta dilatada o elongada en IAo cronica.

c En ausencia de otras causas, el tamaño del VI es normal en pacientes con IAo leve. En IAo severa aguda, el tamaño del VI suele ser normal. Se aceptan valores de corte para dilatacion no significativa del VI: diametro de fin de diastole <56 mm, volumen de fin de diastole <82 ml/m², diametro de fin de sistole <40 mm, volumen de fin de sistole <30 ml/m².

d Los grados de severidad de IAo clasifica la regurgitacion como leve, moderada o severa, y subclasifica al grupo moderado en "leve a moderado" (EROA de 10 a 19 mm² o R Vol de 30 a 44 ml) v "moderado a severo" (EROA de 20 a 29 mm² o R Vol de 45 a 59 ml).

Insuficiencia Pulmonar

Una ligera cantidad de regurgitación pulmonar (IP) ha sido reportada en 40-78% de los pacientes con válvula pulmonar normal. La IP adquirida leve a moderada se observa con mayor frecuencia en pacientes con hipertensión pulmonar con dilatación de la arteria pulmonar. La IP severa es poco común y generalmente se observa en pacientes con anomalías anatómicas de la válvula o post valvulotomía.¹⁹ Hay muy pocos estudios validados debido a la baja prevalencia y dificultad en la obtención de imágenes.

Anatomía y función de la válvula pulmonar

La válvula pulmonar es una estructura con tres valvas, anatómicamente similar a la válvula aórtica (Figura 10). La estructura valvular pulmonar es sin embargo más delgada debido a las menores presiones del lado derecho que en el izquierdo del corazón.

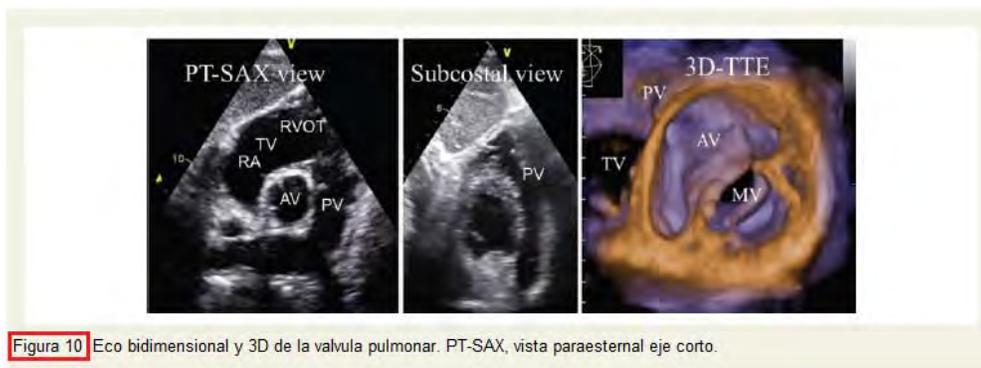


Figura 10 Eco bidimensional y 3D de la válvula pulmonar. PT-SAX, vista paraesternal eje corto.

Etiología y mecanismos

La regurgitación pulmonar puede ser causada por anomalías congénitas (válvula bicúspide o cuatricúspide), hipoplasia, post reparación de Tetralogía de Fallot, o prolapso de válvula pulmonar. Otras causas son la endocarditis infecciosa, síndrome carcinoide, y cardiopatía reumática. El síndrome carcinoide resulta en acortamiento y engrosamiento de las valvas, similar a lo que ocurre en la válvula tricúspide. La válvula mixomatosa es rara, lo que resulta en un engrosamiento, redundancia y flacidez de las valvas de la válvula pulmonar.

Evaluación ecocardiografica en IP

El ETT, ETE, o 3D podrían proporcionar información útil sobre anomalías numéricas de las cúspides (válvulas bicúspides o cuatricúspide), movimiento (doming o prolapso) o estructura (hipoplasia, displasia, ausencia de válvula pulmonar). La evaluación de la anatomía de la válvula pulmonar es, sin embargo, más difícil que para otras válvulas (limitado por el pobre acceso acústico). Con eco 2D, normalmente sólo una o dos valvas de la válvula pulmonar pueden ser visualizadas simultáneamente. En ocasiones, la válvula pulmonar se puede ver desde el eje corto. En adultos, la visualización de la válvula pulmonar se obtiene a partir de la vista de eje corto paraesternal a nivel de la válvula aórtica o desde un enfoque subcostal. El papel del ETE en la IP es limitado ya que la válvula pulmonar es más difícil de obtenerse (lejos de la sonda). Las vistas que maximizan la visualización de la válvula pulmonar incluyen imágenes desde el plano horizontal a nivel del eje corto de la válvula aórtica (vista entrada-salida) y desde una vista gástrica profunda a 120° (vista salida).

Evaluación de la severidad de la IP

Determinantes de gravedad de IP han sido menos validados que en el caso de IAo.

Flujo doppler color

Imagen flujo color. La detección de IP se basa casi exclusivamente en imágenes de flujo color. La IP se diagnostica mediante la documentación de un jet diastólico en el tracto de salida del ventrículo derecho (VD) dirigida hacia el VD. La IP patológica se distingue de la fisiológica por una mayor duración del flujo (holodiastólico) y un chorro más amplio que el jet regurgitante que atraviesa la válvula pulmonar.²⁰ Los jets de IP funcionales suelen ser pequeños, centrales, y fusiformes. En la IP severa, donde la nivelación de la presión diastólica en arteria pulmonar y VD ocurre tempranamente en la diástole, el área del jet color

puede ser breve e inexacto (dependencia en el manejo de presión).²¹ La evaluación de la gravedad de la IP se estima generalmente por el diámetro del chorro en su origen.²² El diámetro máximo del jet color (ancho) se mide en diástole inmediatamente por debajo de la válvula pulmonar (en la unión del tracto de salida del VD y el anillo pulmonar) en la vista paraesternal eje corto o desde la vista subcostal. Aunque esta medida sufre de una elevada variabilidad inter-observador, un ancho del jet que ocupa más del 50-65% del diámetro del tracto de salida del VD medido en el mismo fotograma sugiere IP severa.²³ La detección de flujo doppler color reverso en arterias pulmonares es un signo muy específico de IP severa.

Ancho de VC. Aunque el ancho de VC es probablemente un método más preciso que el ancho del jet para evaluar la severidad de la IP por doppler color, carece de estudios de validación (Figuras 11 y 12). Como en otras regurgitaciones, se aplican las mismas limitaciones. La forma de la VC es compleja en la mayoría de los casos. El valor del eco 3D aún no ha sido definido.²⁴

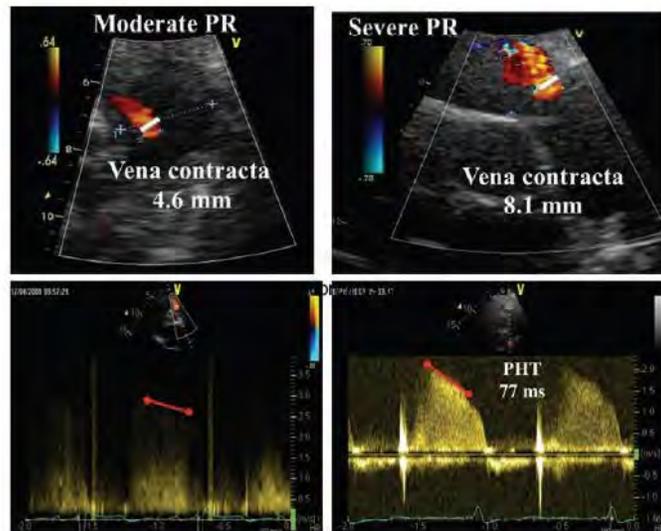


Figura 11 Evaluación de la severidad de IP usando flujo color. Arriba: medición del tracto de salida del VD (RVOT) y el ancho del jet regurgitante en dos pacientes con IP Abajo: imagen con doppler continuo.

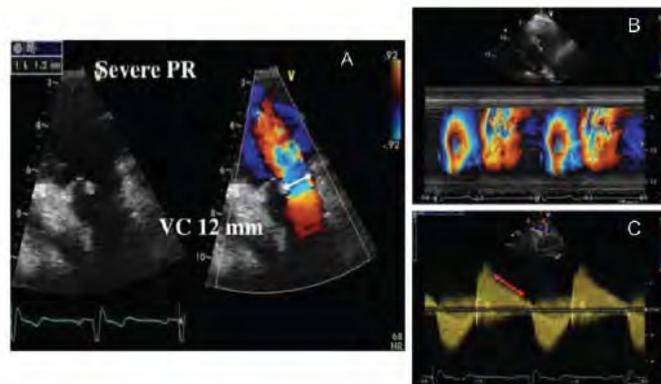


Figura 12 Ejemplo de un paciente con IP severa: (A) izquierda, completa falta de coaptación de la válvula y derecha, medición del ancho de vena contracta (VC); (B) modo M color que representa el tiempo de la señal durante el ciclo cardiaco; (C) doppler continuo de IP que muestra una rápida desaceleración del flujo durante la diástole (flecha roja) y aumento de la velocidad del flujo sistólico (no relacionado con estenosis pulmonar concomitante).

Método de convergencia de flujo. En algunos pacientes, la zona de convergencia de flujo puede ser evaluada (Figura 13). Sin embargo, ningún estudio ha examinado la precisión clínica de este método para cuantificar la gravedad de IP.

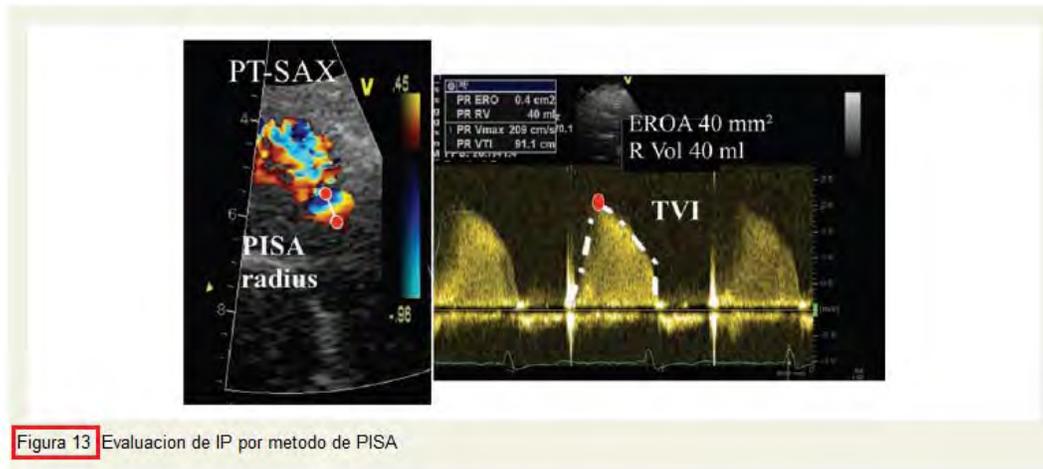


Figura 13 Evaluación de IP por metodo de PISA

Doppler pulsado

En teoría, la evaluación con doppler PW de los flujos anterogrado y reverso en el anillo pulmonar y en la arteria pulmonar se han utilizado para calcular el volumen y fracción regurgitante. El anillo pulmonar se debe medir cuidadosamente durante la sístole temprana (2-3 fotogramas después de la onda R en el ECG), inmediatamente por debajo de la válvula. Esta técnica está sujeta a errores en la medición y no está bien validada.²⁵

Doppler continuo

No existe un método clínicamente aceptado de la cuantificación de IP usando doppler CW. La densidad de la señal con CW proporciona una medida cualitativa de la regurgitación.²⁶ En IP leve, hay una lenta desaceleración de la velocidad del chorro. Una rápida desaceleración con terminación del flujo en meso-telediástole no es específica pero compatible con una regurgitación severa. En los pacientes con enfermedad congénita, un tiempo de hemipresion <100 ms proporciona una buena sensibilidad y especificidad para IP severa.²⁷ El tiempo de hemipresion depende no sólo de la severidad de la IP, sino también de la presión intrapulmonar diastólica y de las propiedades diastólicas del VD, con un PHT acortado cuando la fisiología del VD es restrictiva.

Consecuencias de la IP

La evaluación del tamaño y función del VD en ausencia de hipertensión pulmonar proporciona pistas indirectas de la gravedad de la IP. Evidencia de dilatación del VD es, sin embargo, no específico de IP severa. Sin embargo, su ausencia sugiere más un grado leve de insuficiencia o IP aguda. Es de destacar que la dilatación se puede observar en otras condiciones (no específico) o puede estar ausente en IP severa aguda. Como en la insuficiencia tricuspídea (IT), la función del VD es clásicamente evaluada por los volúmenes y cambio del área fraccional. El eco 3D permite una evaluación más precisa de la fracción de eyección del VD que el eco 2D. La utilidad de otros índices

derivados del doppler tisular no se ha examinado ampliamente en el contexto de IP sin relación con cardiopatías congénitas.

Integración de índices de severidad

La evaluación ecocardiográfica de la IP incluye la integración de información procedente de imágenes 2D/3D de la válvula pulmonar y del VD, así como mediciones doppler de la severidad de la regurgitación (Tabla 5). En ausencia de información extensa sobre la cuantificación de la IP, los expertos recomiendan evaluar la gravedad de la IP utilizando los diferentes enfoques disponibles y relacionarlos entre sí.

Punto clave: La clasificación de gravedad de la IP sigue siendo difícil ya que las normas para la cuantificación de IP son menos sólidas que las de IAo. La VC es probablemente el enfoque más preciso. Si es posible, el método de PISA podría proporcionar una evaluación cuantitativa de la IP. En todos los casos, se recomienda corroborar los resultados de estos métodos con otros parámetros disponibles.

Tabla 5 Grados de severidad de IP

Parametros	Leve	Moderada	Severa
Cualitativos			
Morfología valvula pulmonar	Normal	Normal/anormal	Anormal
Ancho jet color de IP ^a	Pequeño, <10 mm con origen estrecho	Intermedio	Grande, ancho en su origen puede ser de breve duracion
Flujo reverso arteria pulmonar CW del jet de IP ^b	Ausente	Ausente	Presente
PW flujo aortico vs pulmonar	Debil/desaceleracion lenta	Denso/variable	Denso/desaceleracion pronunciada
			terminacion anticipada flujo diastolico
			Marcado incremento
Semicuantitativos			
Ancho VC (mm)	No definido	No definido	No definido
Tiempo hemipresion (ms) ^c	No definido	No definido	<100
Relacion ancho jet (%)	No definido	No definido	>50-65
Cuantitativos			
EROA (mm ²)	No definido	No definido	No definido
R Vol (ml)	No definido	No definido	No definido
+ tamaño de VD ^d			

IP, insuficiencia pulmonar; CW, doppler continuo; EROA, area orificio regurgitante efectivo; PW, doppler pulsado; VD, ventriculo derecho; R Vol, volumen regurgitante; VC, vena contracta.

a A un limite de Nyquist de 50-60 cm/seg.

b Una desaceleracion pronunciada no es especifica de IP severa.

c El tiempo de hemipresion se acorta con el aumento de la presion diastolica del VD.

d En ausencia de otras causas, el tamaño del VD es normal en pacientes con IP leve. En IP severa aguda, el tamaño del VD suele ser normal. Se aceptan valores de corte para dilatacion no significativa del VD (medidas obtenidas desde vista apical 4 camaras):

dimension en parte media <33 mm, area de fin de diastole <28 cm², area de fin de sistole <16 cm², cambio de area fraccional >32 %.

Insuficiencia mitral

La IM es cada vez más frecuente en Europa a pesar de la reducción de la incidencia de enfermedad reumática.⁵ La ecocardiografía desempeña un papel clave en la evaluación y manejo de estos pacientes.

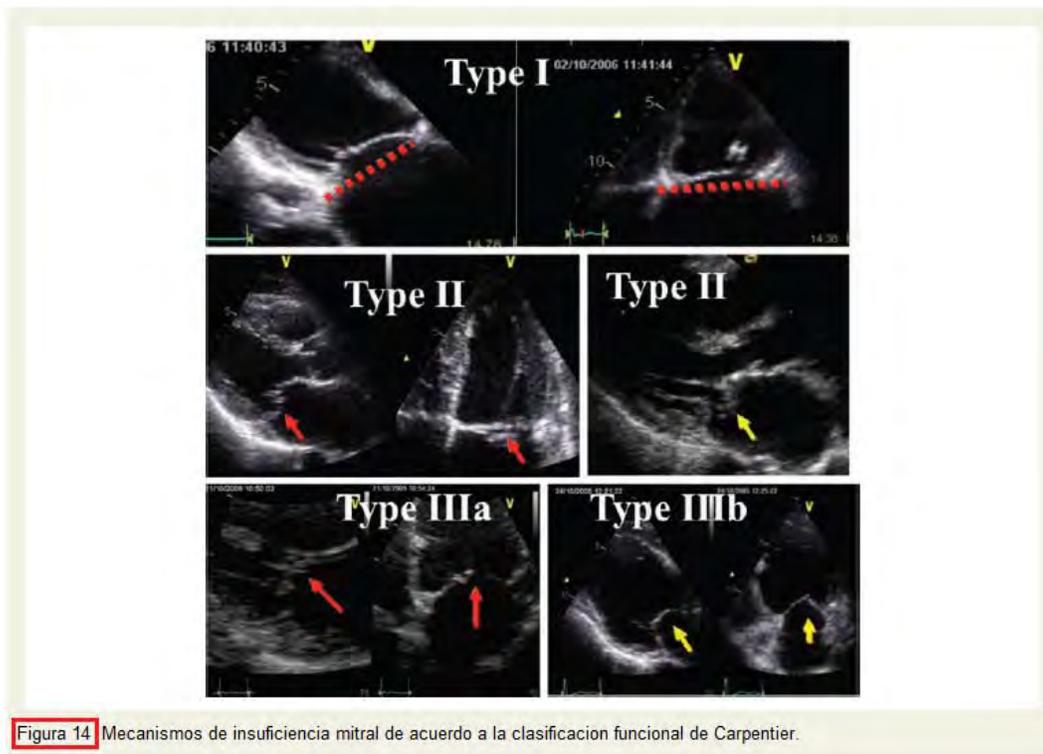
Anatomía y función de la válvula mitral

El funcionamiento normal de la válvula mitral depende de una correcta función de la compleja interacción entre las valvas mitrales, aparato subvalvular (cuerdas tendinosas y músculos papilares), anillo mitral y el ventrículo izquierdo. Una imperfección en cualquiera de estos componentes puede causar fugas en la válvula.²⁸ La válvula mitral normal tiene dos valvas; la posterior unida a dos

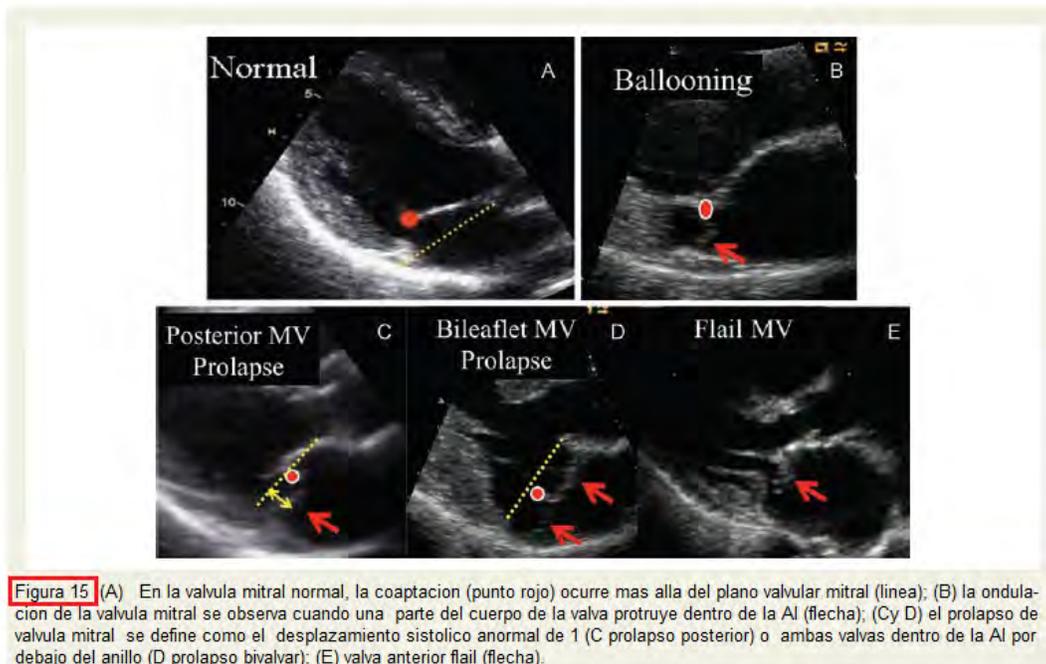
tercios del plano anular y la anterior, en el tercio restante. Dividida cada una en tres festones: A1, A2, A3 y P1, P2, P3. A1 y P1 corresponden a la parte externa, anterolateral de sus respectivas valvas, cerca de la comisura anterolateral, y de la orejuela auricular izquierda. Al contrario, A3 y P3 son internos, cerca de la comisura posteromedial, y del anillo tricúspide.

Etiología y mecanismos de IM

De acuerdo a la etiología, la IM puede clasificarse como primaria (orgánica/estructural: enfermedad valvular intrínseca) o secundaria (funcional/no estructural: sin anomalías estructurales evidentes de la válvula mitral), mientras que el mecanismo esta basado en la clasificación de Carpentier por la movilidad de los velos: Tipo I: movimiento normal, Tipo II: movimiento excesivo, Tipo III: movimiento restrictivo (A: sistodiastolico y B: sistólico) (Figura 14). Entre las causas de IM primaria se incluyen más comúnmente la enfermedad degenerativa (Barlow, degeneración fibroelástica, Marfan, Ehlers-Danlos, calcificación anular), enfermedad reumática, valvulopatía por tóxicos y endocarditis. La ruptura del músculo papilar secundario a infarto de miocardio se incluye como IM primaria isquémica.



Enfermedad degenerativa, la causa más común de IM quirúrgica, cubre un amplio espectro de lesiones (Figura 15): (i) ondulación aislada de los extremos de las valvas desde la porción intraventricular hacia el borde libre con eversión valvular [el extremo de la valva se dirige hacia la aurícula izquierda (AI)], (ii) prolapso (el extremo de la valva se dirige hacia el LV y la línea de coaptación está detrás del plano anular) de uno o varios festones (o generalizado), (iii) valvas delgadas/no redundantes a engrosadas/exceso de tejido (Enfermedad de Barlow).



La *IM secundaria* se desarrolla a pesar de una válvula mitral estructuralmente normal en el contexto de cardiopatía isquémica, miocardiopatía dilatada, o severa dilatación de AI.^{29,30} Esto resulta de un desbalance entre fuerzas que actúan sobre las válvulas mitrales y fuerzas de cierre generadas en el VI. La remodelación del VI y el anclaje de la válvula mitral desempeñan un papel importante en la génesis de la *IM secundaria*. La *IM crónica secundaria* a isquemia resulta, en un 95% de los casos, a partir de un tipo de disfunción IIIb. El movimiento restrictivo ocurre esencialmente durante la sístole y es más frecuente en pacientes con infarto posterior previo (patrón asimétrico).³¹ En este contexto, la tracción de la válvula anterior por cuerdas secundarias puede provocar el llamado “signo de la gaviota” (Figura 16A). En pacientes con miocardiopatía dilatada idiopática o con infartos tanto anterior como inferior, ambas válvulas presentan un movimiento sistólico reducido que lleva a una coaptación incompleta (patrón simétrico) (Figura 16B). Raramente, en *IM isquémica*, el mecanismo está relacionado con fibrosis y elongación del músculo papilar.



La *IM reumática* se caracteriza por el engrosamiento variable de las valvas especialmente a nivel de su borde libre. La fibrosis de las cuerdas es frecuente, esencialmente aquellas vinculadas a la valva posterior explicando la rigidez y disminución de la movilidad del velo posterior en diástole (tipo IIIa).

En algunos pacientes, la valva posterior se mantiene en una posición semiabierta durante todo el ciclo cardíaco y el movimiento de la valva anterior en sístole produce un falso aspecto de prolapso.

Evaluación ecocardiografica de la IM

Morfología de la válvula mitral

El ETT bidimensional y ETE se utilizan a menudo para evaluar con precisión la morfología de la válvula mitral (Figuras 17 y 18). La vista paraesternal de eje corto por ecotranstoracico y la vista transgástrica a 0° por ETE permiten la evaluación de los seis festones y, con doppler color, la localización del origen del flujo de regurgitación puede identificar los segmentos que prolapsan. El eje largo paraesternal transtorácico y la vista sagital a 120° por ETE clásicamente muestran los festones A2 y P2. Con ETE, la angulación de la sonda hacia la válvula aórtica permite la visualización de A1 y P1 y hacia la tricúspide, la

visualización de A3 y P3. En apical de cuatro cámaras, la apreciación de A3, A2, y P1 (interno a externo) es posible como desde la vista de dos cámaras por ETT o la vista a 40-60° por ETE muestra P3, A2, y P1 (de izquierda a derecha, vista bicomisural). La ubicación exacta de los festones/valvas implicados, descripción de la presencia y extensión de las calcificaciones y la extensión de los cambios anatómicos son parámetros fundamentales que deben ser proporcionados. Una valva libre, un músculo papilar roto o un gran defecto de coaptación son específicos para IM severa.

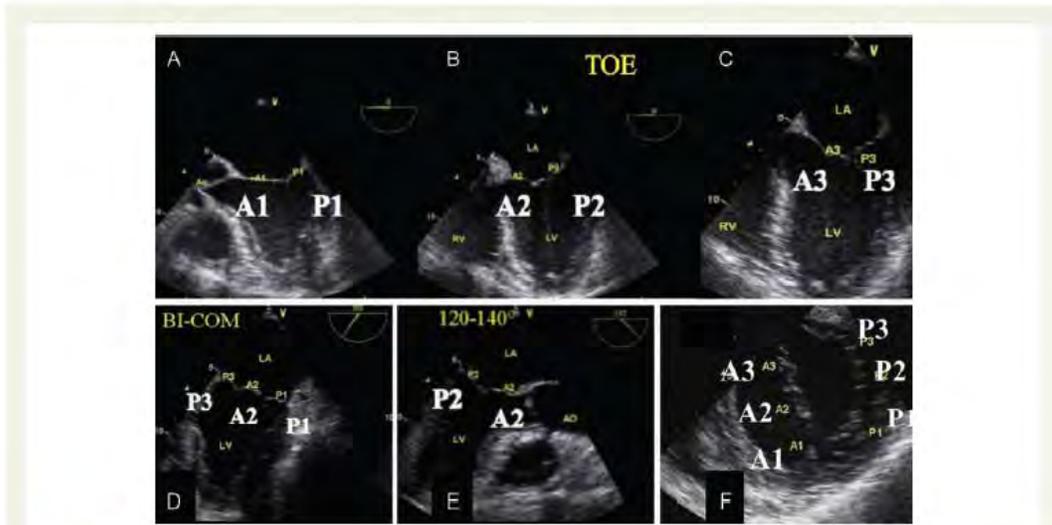


Figura 17 Análisis de la segmentación valvular mitral por ETE 2D. (A, B y C) vistas obtenidas a 0°: (A) vista 5 cámaras muestra A1 y P1, vista 4 cámaras muestra A2 y P2; por debajo vista 4 cámaras muestra A3 y P3; (D) vista bicomisural; (E) vista a 120° visualizando A2 y P2; (F) vista transgástrica a 0° que muestra cada uno de los festones.

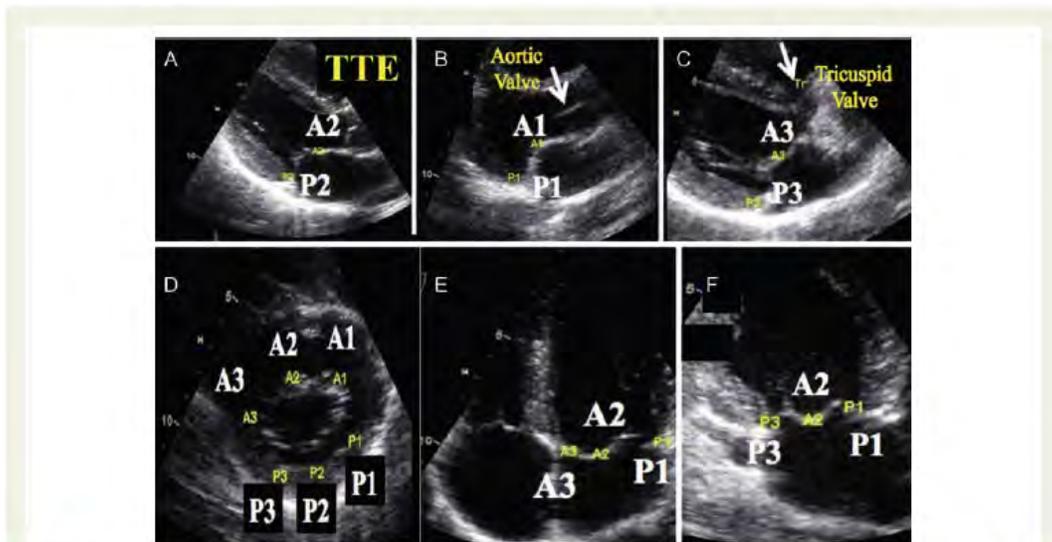


Figura 18 Análisis de la segmentación valvular mitral por ETT 2D. (A) vista paraesternal eje largo que muestra A2 y P2; (B) A1 y P1 (inclinando la sonda hacia la válvula aortica); (C) A3 y P3 (inclinando la sonda hacia la válvula tricúspide); (D) vista paraesternal eje corto que muestra cada uno de los festones; (E) vista de 4 cámaras que muestra A3, A2 y P1; (F) vista bicomisural.

Cabe destacar, que con ETT 2D, el diagnóstico de prolapso debe hacerse en la vista paraesternal o eventualmente en el eje largo apical, pero no en la vista

apical de cuatro cámaras, debido a que el anillo en forma de silla de montar puede llevar a un diagnóstico falso positivo. Usando la vista transtorácica parasternal eje largo, la dilatación anular se identifica cuando la relación anillo/valva anterior es >1.3 (en diástole) o cuando el diámetro del anillo es >35 mm.³² La contracción normal del anillo mitral (disminución del área anular en sístole) es del 25%.³³ Cuando esté disponible, las imágenes en 3D ofrecen una evaluación completa de la morfología de la válvula mitral (Figura 19). Esta técnica ha demostrado ser superior para describir la patología mitral, especialmente para defectos de la valva anterior y compromiso comisural en enfermedad degenerativa y fusión comisural en el proceso reumático. La vista “en cara” de la válvula desde la perspectiva auricular es idéntica a la vista quirúrgica en quirófano.⁸

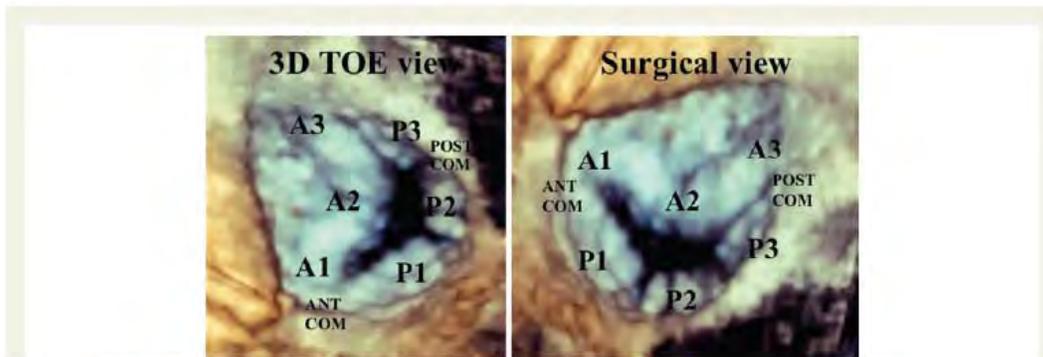


Figura 19. Representación del volumen de la válvula mitral por ETE 3D en tiempo real. Izquierda: vista clásica por ETE 3D; derecha: vista quirúrgica. A1, A2, A3: festones de valva anterior mitral; P1, P2, P3: festones de valva posterior mitral; ANT COMM: comisura anterolateral; POST COMM: comisura posteromedial.

Predictores de éxito para reparación valvular

Varios parámetros ecocardiográficos pueden ayudar a identificar a los pacientes en riesgo de fracaso del tratamiento. En IM primaria, algunos predictores de fracaso de la reparación han sido reportados: la presencia de un gran jet de regurgitación central, dilatación anular severa (>50 mm), participación de ≥ 3 festones especialmente si la valva anterior está implicada, y extensa calcificación valvular (Tabla 6).³⁴ Por otra parte, la carencia de tejido valvular es también un predictor importante de reparación sin éxito tanto en la enfermedad valvular reumática como en quienes han tenido endocarditis infecciosa con una gran perforación valvar.

Tabla 6 Probabilidad de éxito en la reparación de la válvula mitral en IM basada en hallazgos ecocardiográficos

Etiología	Disfunción	Calcificación	Dilatación anillo mitral	Probabilidad de reparación
Degenerativa	II: prolapso localizado (P2 y/o A2)	Ausente/localizada	Leve/moderada	Posible
Secundaria	I o IIIb	Ausente	Moderada	Posible
Barlow	II: prolapso extenso (> 3 festones, CP)	Localizada (anillo)	Moderada	Difícil
Reumática	IIIa: pero valva anterior móvil	Localizada	Moderada	Difícil
Barlow severo	II: prolapso extenso (> 3 festones, CA)	Extensa (anillo+valva)	Severa	Incierto
Endocarditis	II: prolapso pero lesión destructiva	Ausente	Ausente/leve	Incierto
Reumática	IIIa: pero con valva anterior rígida	Extensa (anillo+valva)	Moderada/severa	Incierto
Secundaria	IIIb: pero con severa deformación valvar	Ausente	Ausente o severa	Incierto

CP (comisura posterior), CA (comisura anterior)

En IM secundaria isquémica, pacientes con un diámetro del anillo mitral diastólico ≥ 37 mm, un área de *tenting* sistólico $\geq 1,6$ cm², y una severa IM funcional isquémica podrían tener un 50% de probabilidad de recurrencia de la regurgitación tras la reparación valvular.³⁵ Antes de la intervención (ETT), varios parámetros se asocian a un mayor riesgo de fracaso de la reparación de la válvula mitral (Tabla 7³³) (Figura 20).

Punto clave: El informe ecocardiográfico debe proporcionar indicios sobre la probabilidad de reparación de la válvula.

Tabla 7 Características desfavorables por ETT para reparación de válvula mitral en IM secundaria³³

Deformación de válvula mitral

Distancia de coaptación ≥ 1 cm, área de *tenting* $>2,5-3$ cm², jets complejos originados central y posteromedialmente, ángulo posterolateral $>45^\circ$ (mayor anclaje de valva posterior).

Remodelado local del VI

Distancia musculo interpapilar >20 mm, distancia musculo papilar posterior-fibrosa > 40 mm, anormal motilidad de pared lateral.

Remodelado global del VI

Diametro de fin de diastole >65 mm, diametro de fin de sistole >51 mm (volumen de fin de sistole >140 ml) (baja probabilidad de remodelado reverso del VI luego de la reparacion y mal pronostico a largo plazo), indice de esfericidad sistolico $>0,7$

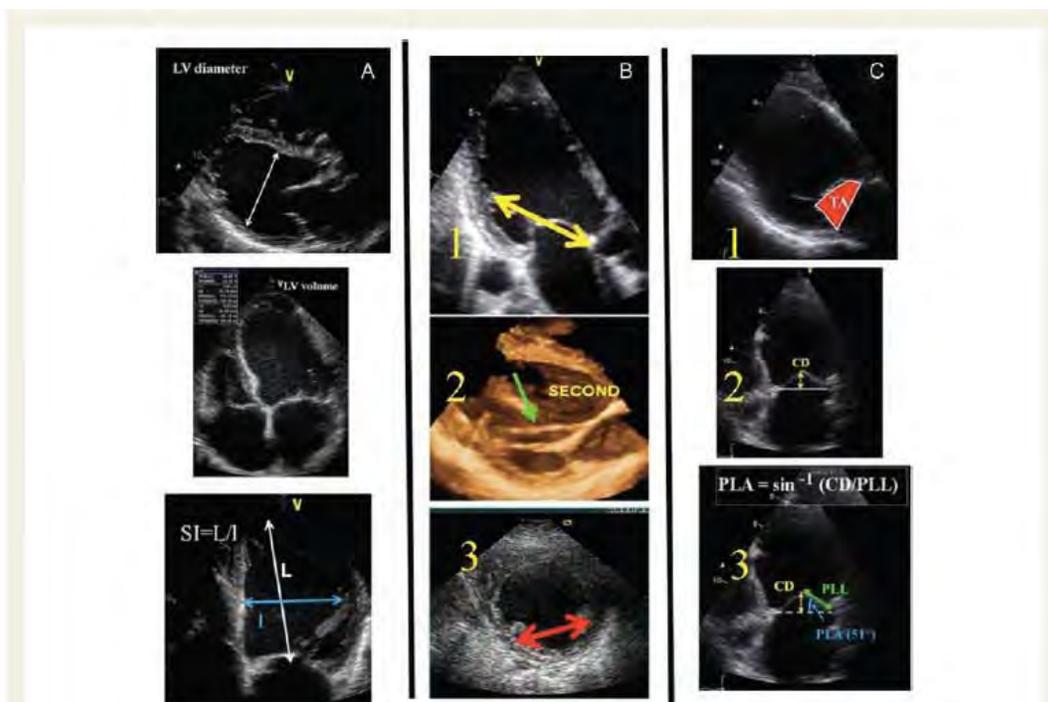


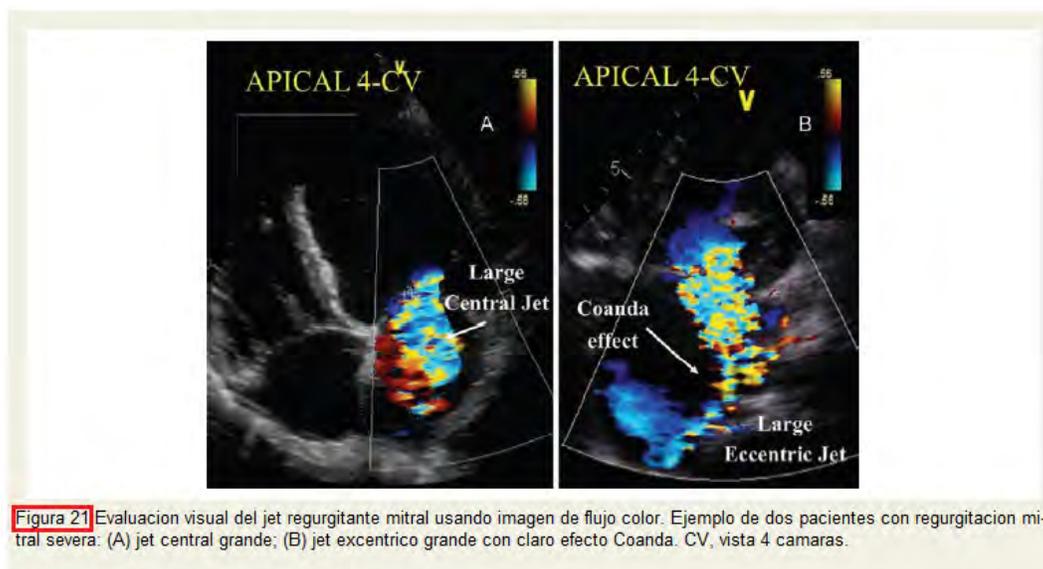
Figura 20 Parámetros morfológicos que se miden con eco en IM isquémica. (A) remodelado global del VI (diámetro, volumen, índice de esfericidad); (B) remodelado local del VI (1: desplazamiento apical del musculo papilar posteromedial. 2: cuerda de segundo orden, 3: distancia entre musculos papilares); (C) deformación de válvula mitral (1: área de *tenting* sistolico (TA); distancia de coaptacion (CD); 3: ángulo postero-lateral (PLA)).

Evaluación de la severidad de la IM

Doppler Color

Imagen doppler color. La imagen de flujo color es la forma más común de evaluar la severidad de la IM.³⁶ La suposición general es que a medida que la severidad de la IM aumenta, el tamaño y la extensión del chorro en la aurícula izquierda también lo hacen. Teóricamente, un jet color grande que se extiende profundamente en AI representa más regurgitación que un chorro fino y pequeño que aparece por detrás de la válvula mitral. Sin embargo, la relación entre el tamaño del chorro y la gravedad de la IM presenta una amplia gama de variabilidad debido a que, además de la gravedad de la regurgitación, la visualización del flujo color depende de múltiples factores técnicos y hemodinámicos. Para una gravedad similar, pacientes con aumento de la presión en AI o con chorros excéntricos que se pegan a la pared de la AI o en quienes la AI está dilatada pueden mostrar un área del jet más pequeño que aquellos con presión y tamaño auricular normal o con chorros centrales (Figura 21).³⁷ En IM aguda, incluso jets dirigidos centralmente pueden ser engañosamente pequeños. Por otra parte, ya que este método es fuente de muchos errores, no se recomienda para evaluar severidad de la IM. Sin embargo, la detección de un gran jet excéntrico adherido a la pared, con remolinos, y que alcanza la pared posterior de la AI está a favor de una IM grave. Por el contrario, los pequeños y finos chorros que aparecen confinados detrás de la válvula mitral suelen indicar IM leve.

Punto clave: El área de flujo color del jet regurgitante no se recomienda para cuantificar la severidad de la IM. La imagen de flujo color sólo se debe utilizar para la detección de IM. Se necesita un enfoque más cuantitativo cuando se observa más que un pequeño chorro de IM central.



Ancho de VC. La VC es el área del chorro ni bien atraviesa el orificio de regurgitación; reflejando así el área del orificio regurgitante.^{38,39} La VC es típicamente visualizada en una vista perpendicular a la línea comisural (Figura 22). Un promedio de mediciones durante al menos dos o tres latidos y usando dos

planos ortogonales, siempre que sea posible se recomienda. Una VC <3 mm indica IM leve, mientras que un ancho ≥ 7 mm define IM severa.

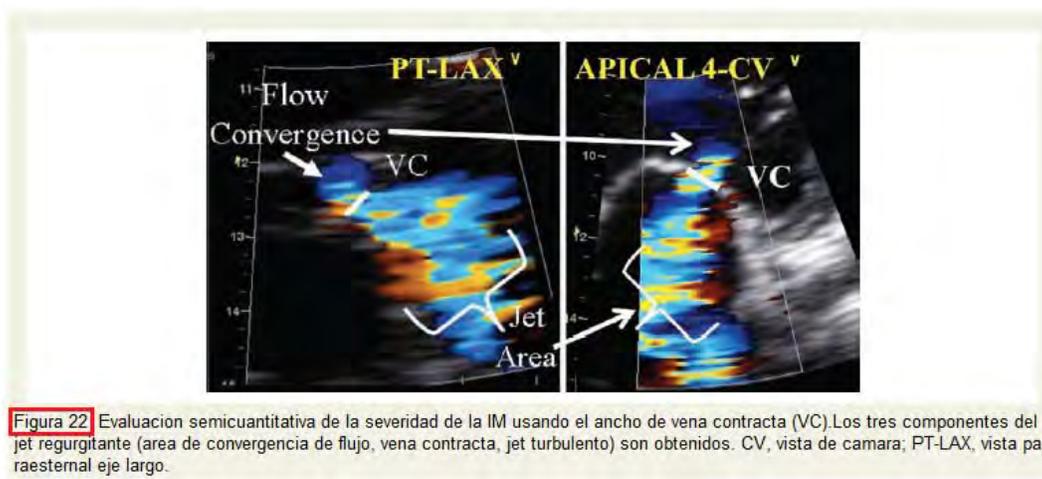
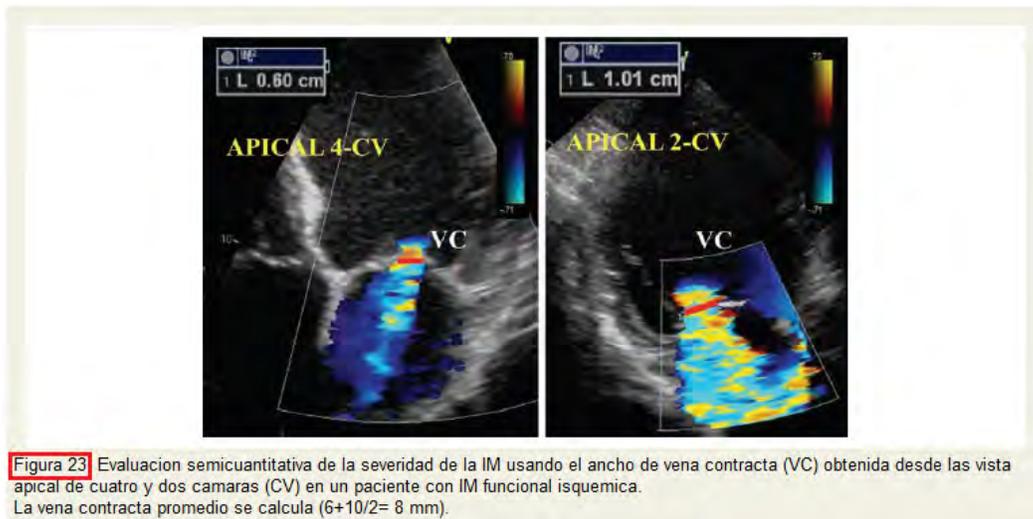


Figura 22 Evaluación semicuantitativa de la severidad de la IM usando el ancho de vena contracta (VC). Los tres componentes del jet regurgitante (área de convergencia de flujo, vena contracta, jet turbulento) son obtenidos. CV, vista de cámara; PT-LAX, vista parasternal eje largo.

El concepto de VC se basa en la suposición de que el orificio regurgitante es casi circular. El orificio es más o menos circular en IM primaria; mientras que en IM secundaria, parece ser más bien alargado a lo largo de la línea de coaptación mitral y no circular.^{40,41} Por lo tanto, la VC podría aparecer al mismo tiempo angosta en una vista de cuatro cámaras y ancha en una de dos cámaras. Además, el doppler color 2D convencional no proporciona la orientación apropiada del plano de exploración bidimensional para obtener una vista en sección transversal exacta de la VC. En caso de múltiples chorros de IM, los respectivos anchos no deben ser sumados. Tales características pueden apreciarse y medirse mejor por ecocardiografía 3D. En la IM secundaria, un promedio del ancho de VC (desde vista cuatro y dos cámaras) ha demostrado tener mejor correlación con el área de VC tridimensional. Un valor promedio >8 mm en eco 2D (Figura 23) ha sido reportado para definir IM severa para todas las etiologías incluyendo la funcional.^{42,43} Estos datos deben, sin embargo, ser confirmados en estudios futuros.

Punto clave: Cuando sea posible, se recomienda la medición de VC para cuantificar la IM. Los valores intermedios de VC (3 a 7 mm) necesitan ser confirmados por otros métodos cuantitativos, cuando sea factible. La VC puede obtenerse a menudo en jets excéntricos. En caso de múltiples chorros, los valores respectivos del ancho de VC no deben sumarse. La evaluación de la VC por eco 3D aún se reserva para fines de investigación.



Método de convergencia de flujo. El método de convergencia de flujo es el enfoque cuantitativo más recomendable siempre que sea posible⁴⁴ (Figura 24). La vista apical de cuatro cámaras es la clásicamente recomendada para una óptima visualización del PISA. Sin embargo, la vista paraesternal de eje largo o eje corto puede ser útil para la visualización del PISA en caso de prolapso de la válvula mitral anterior. El área de interés se optimiza mediante la reducción de la profundidad de la imagen y del límite de Nyquist a 15-40 cm/s. El radio del PISA se mide en mesosistole utilizando el primer aliasing. El R Vol y EROA se obtienen utilizando las fórmulas estándar (Figura 25). Cualitativamente, la presencia de un flujo de convergencia a un límite de Nyquist de 50-60 cm/s debe alertar de la presencia de una IM severa. Los grados de severidad de la IM primaria se clasifican en leve, moderado o severo, y subclasifica al grupo de regurgitación moderada en “leve a moderada” (EROA de 20 a 29 mm² o un R Vol de 30 a 44 ml) y “moderada a severa” (EROA de 30 a 39 mm² o un R Vol de 45 a 59 ml). Cuantitativamente, la IM primaria se considera severa si el EROA ≥ 40 mm² y R Vol ≥ 60 ml. En IM secundaria, los umbrales de severidad, que tienen valor pronóstico, son >20 mm² y >30 ml, respectivamente.⁴⁵ El EROA es el parámetro más fuerte, puesto que representa un marcador de gravedad de la lesión. Una EROA significativo puede dar lugar a una importante energía cinética regurgitante (R Vol grande), pero también energía potencial, con un R Vol bajo si la presión en AI esta elevada.

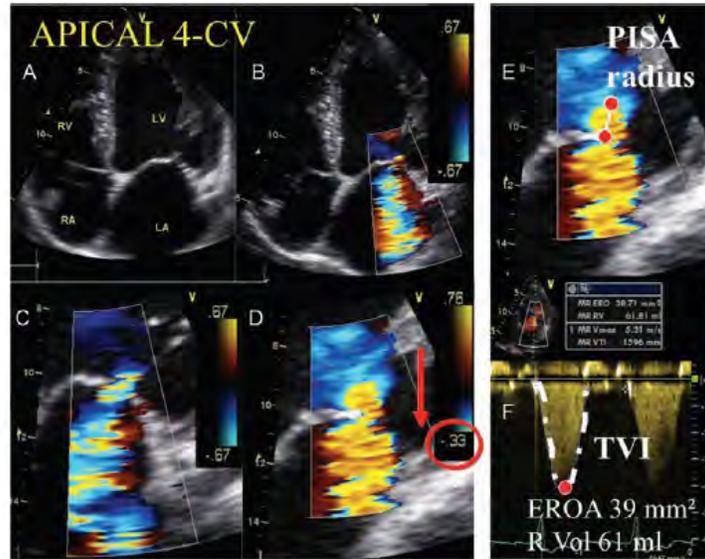
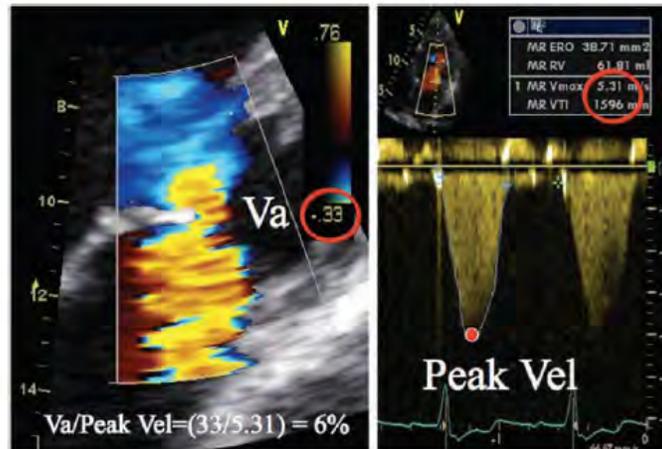


Figura 24 Evaluación cuantitativa de la severidad en IM usando el metodo de PISA. Analisis paso a paso: (A) vista apical 4 camaras (CV); (B) visualizacion flujo color; (C) ampliacion de zona seleccionada; (D) Desplazar hacia abajo la linea de base hasta obtener un PISA hemisferico; (E) medicion del radio de PISA usando el 1° aliasing; (F) doppler continuo del jet de IM que permite calcular el area del orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante. VTI, integral velocidad tiempo.



$$Va/Peak Vel = (33/5.31) = 6\%$$

$$EROA = Flow/Peak velocity$$

$$EROA = (2\pi r^2 \times Va)/Peak velocity$$

$$EROA = (2 \times 3.14 \times 1 \times 33) / 5.31$$

$$EROA = 207 / 5.31 = 0.39 \text{ cm}^2$$

$$R Vol = EROA \times TVI$$

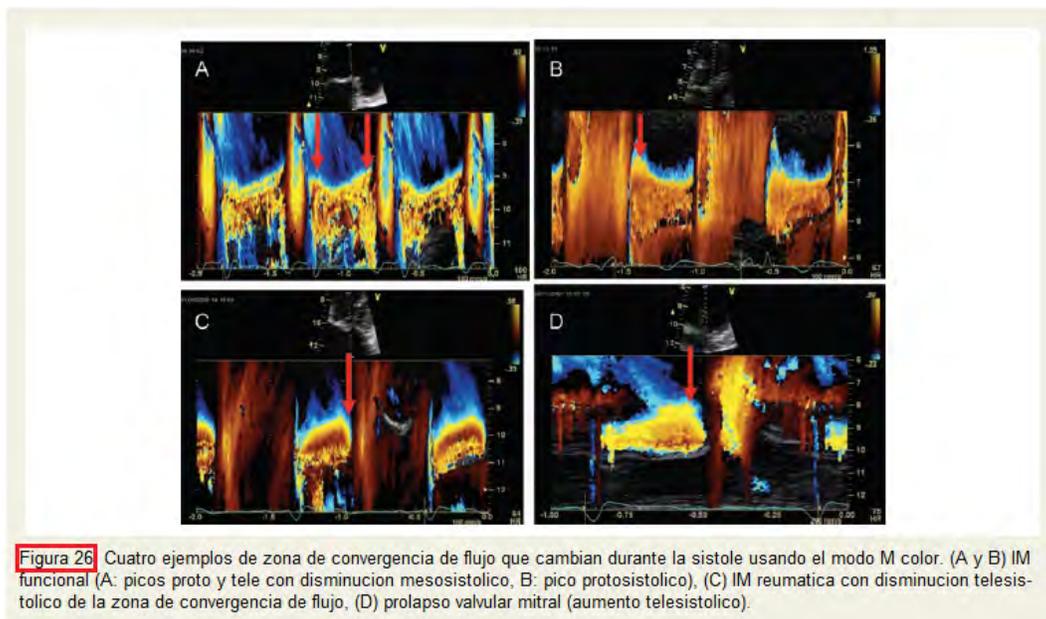
$$R Vol = 0.39 \text{ cm}^2 \times 158 \text{ cm} = 61 \text{ mL}$$

Figura 25 Cuantificación de la IM usando el metodo de PISA. Para evitar subestimar el volumen regurgitante se debe mantener una relacion menor al 10% entre la velocidad de aliasing (Va) y la velocidad pico del orificio (vel).

El método de PISA se enfrenta a una serie de ventajas y limitaciones (Figuras 26-29).^{2,3,44} El modo M color es importante para evaluar la variación del flujo de IM y el PISA durante la sístole (Figura 26). El radio de PISA es más constante en pacientes con IM reumática. Con frecuencia se incrementa progresivamente, con un máximo durante la segunda mitad de la sístole en

pacientes con prolapso de válvula mitral. En presencia de IM funcional, hay una variación dinámica del área del orificio regurgitante con picos en sístole temprana y tardía y disminución en mesosístole. Estos cambios reflejan la variación fásica en la presión transmitral que actúa para cerrar las valvas mitrales con mayor eficacia cuando la presión alcanza su punto máximo en medio de la sístole.⁴⁶ El método de PISA se basa en la suposición de una hemiesfera simétrica por la distribución de la velocidad proximal a la lesión regurgitante circular, que no podrá mantenerse durante jets excéntricos, jets múltiples, u orificios de regurgitación ovalados o complejos. En la práctica, la geometría del PISA varía, dependiendo de la forma del orificio y de las valvas de la válvula mitral que rodean el orificio. En la IM funcional, el PISA puede parecer ovalado con dos chorros separados originados medial y lateralmente a la línea de coaptación en eco 2D. Cuando la forma de la zona de convergencia de flujo no es hemisférica, el método de PISA puede subestimar el grado de IM funcional, sobre todo cuando la relación entre la longitud del eje largo con la longitud del eje corto del orificio regurgitante en 3D es >1.5 .⁴⁷ Cuando el EROA se calcula con la suposición hemisférica (utilizando el PISA vertical), la longitud horizontal del PISA es ignorada. En la IM orgánica, la forma del PISA es más redonda, lo que minimiza el riesgo de subestimación del EROA (Figura 29). Estos hallazgos podrían explicar por que el umbral utilizado para definir una IM funcional como severa es inferior al utilizado para la IM orgánica. Considerar la geometría 3D del PISA puede ser de interés en la evaluación de la severidad de una IM funcional. El mejor método por eco 3D para cuantificar la severidad de IM aun está por definirse.

Punto clave: Cuando sea posible, el método de PISA es muy recomendable para cuantificar la gravedad de la IM. Se puede utilizar en chorros centrales como excéntricos. Un EROA $\geq 40 \text{ mm}^2$ o un R Vol $\geq 60 \text{ ml}$ indica IM orgánica severa. En IM funcional isquémica, un EROA $\geq 20 \text{ mm}^2$ o un R Vol $\geq 30 \text{ ml}$ identifica un subgrupo de pacientes con riesgo incrementado de eventos cardiovasculares.



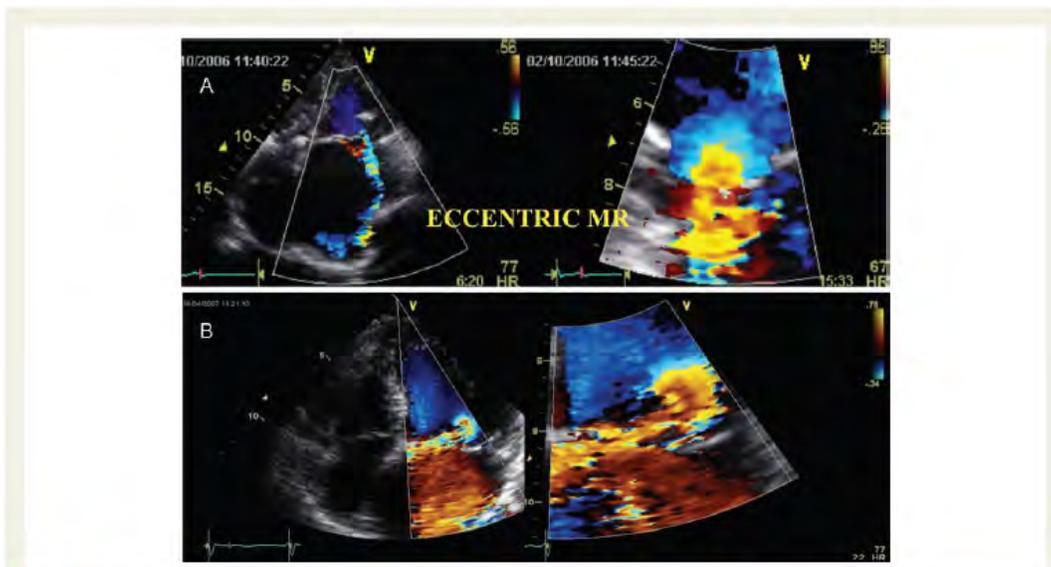


Figura 27 Ejemplos de IM excentrica que pueden ser perfectamente evaluadas usando el metodo de PISA.

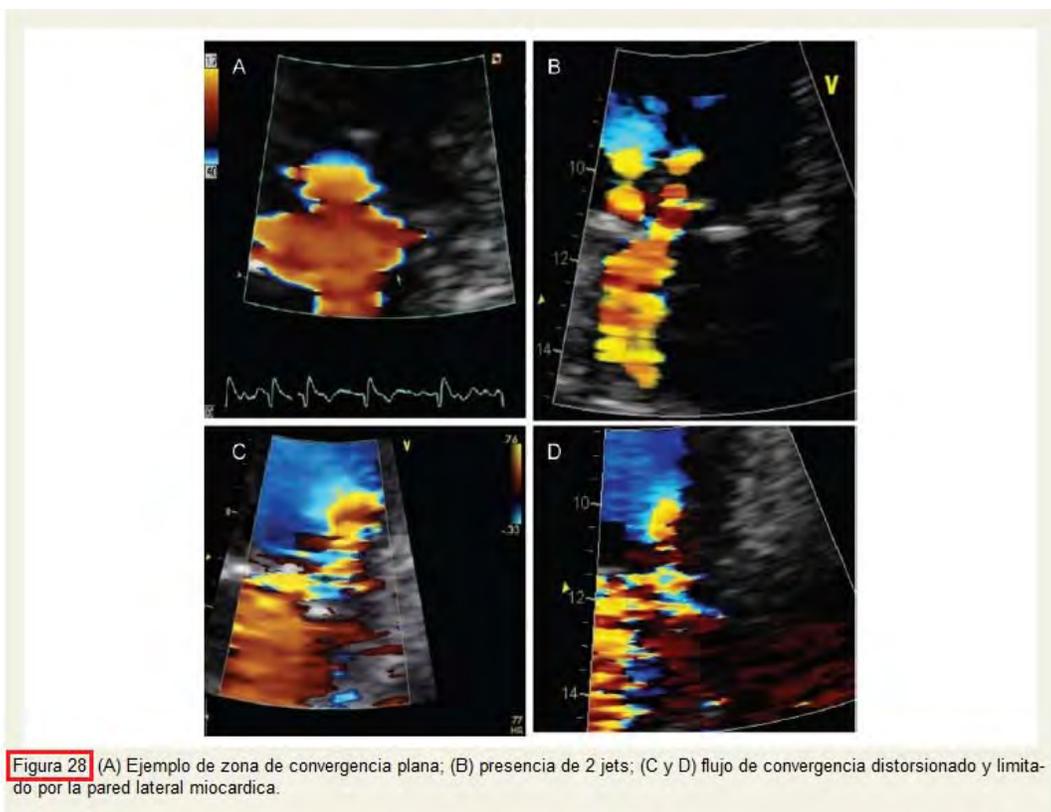
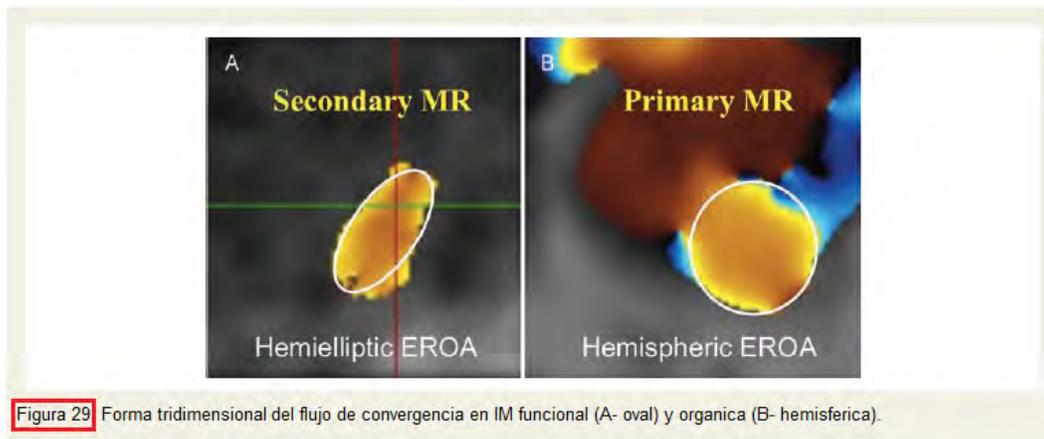


Figura 28 (A) Ejemplo de zona de convergencia plana; (B) presencia de 2 jets; (C y D) flujo de convergencia distorsionado y limitado por la pared lateral miocardica.

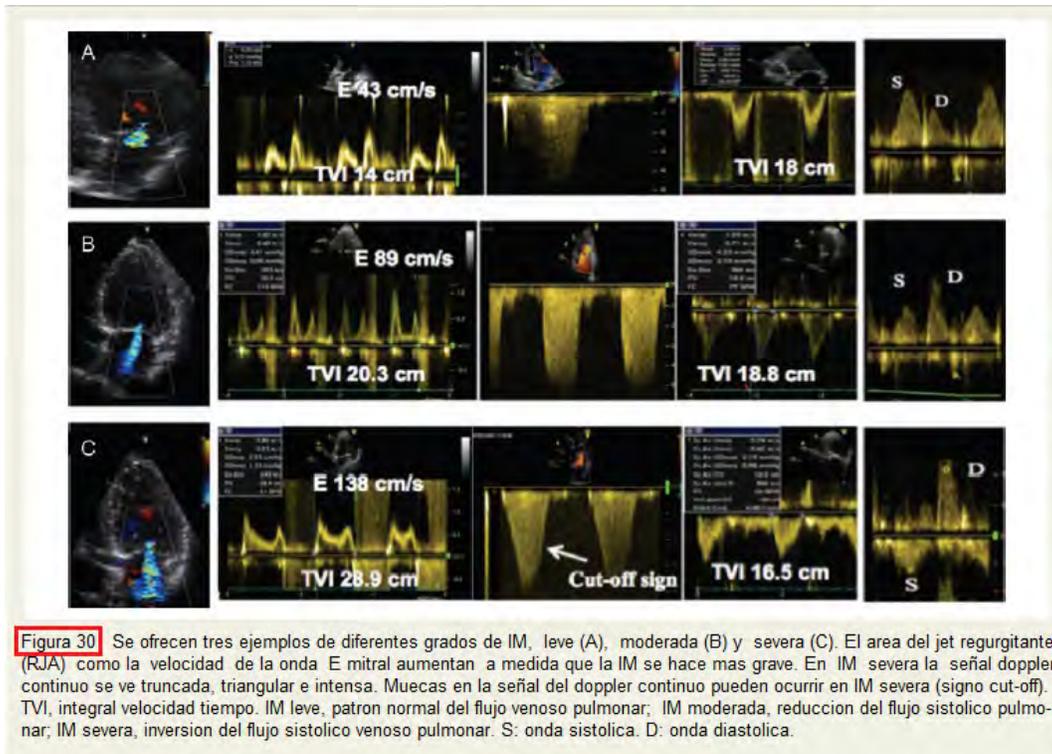


Doppler pulsado

Método volumétrico doppler. El método cuantitativo por doppler PW puede ser usado como un método añadido o alternativo, especialmente cuando el PISA y la VC no son exactos o aplicables. Este enfoque requiere mayor tiempo y está asociado a varios inconvenientes.^{1-3,48} Brevemente, el R Vol mitral se obtiene calculando la diferencia entre el volumen sistólico total (*producto del área del anillo mitral* – $\pi \cdot d^2 / 4 = 0,785 \cdot d^2$, donde “d” es el diámetro del anillo mitral – y el VTI del flujo de llenado mitral) y el volumen sistólico sistémico (*obtenido de multiplicar el área del TSVI* – $\pi \cdot d^2 / 4 = 0,785 \cdot d^2$, donde “d” es el diámetro del TSVI – por el VTI del TSVI). Este cálculo es inexacto en presencia de IAo significativa.

Punto clave: El método volumétrico doppler es un método que consume tiempo que no se recomienda como método de primera línea para cuantificar la severidad de la IM.

Velocidad anterógrada del flujo mitral: relación entre VTI mitral y aórtico. En ausencia de estenosis mitral, el aumento en el flujo transmitral que se produce al aumentar la gravedad de la IM puede ser detectado como velocidades de flujo más altas durante el llenado diastólico temprano (aumento de la velocidad E). En ausencia de estenosis mitral, una velocidad pico E >1,5 m/s sugiere IM severa. Por el contrario, una onda A dominante (contracción auricular) excluye fundamentalmente una IM severa. Estos patrones son más aplicables en pacientes mayores de 50 años o en condiciones de deterioro de la relajación miocárdica. La relación entre VTI mitral y aórtico con doppler pulsado también se utiliza como un índice fácilmente medible para la cuantificación de la IM orgánica pura aislada. El trazado doppler del flujo mitral se obtiene en las puntas de la valva mitral y el flujo aórtico a nivel del anillo en la vista apical de cinco cámaras. Una relación VTI >1,4 sugiere fuertemente IM severa, mientras que una relación VTI <1 esta a favor de una IM leve (Figura 30).⁴⁹



Flujo venoso pulmonar. La evaluación con doppler pulsado del patrón de flujo venoso pulmonar es otra ayuda para clasificar la gravedad de la IM (Figura 30).⁵⁰ En individuos normales, una onda sistólica positiva (S) seguida de una onda diastólica menor (D) se observa clásicamente en ausencia de disfunción diastólica. Con el aumento de la gravedad de la IM, hay una disminución de la velocidad de la onda S. En IM severa, la onda S se invierte francamente. Como la inversión del flujo pulmonar puede ocurrir unilateralmente en la zona del jet excéntrico de IM, si el chorro se dirige hacia la vena estudiada, el muestreo de todas las venas pulmonares es recomendable, especialmente en ETE. Aunque la evaluación del flujo de la vena pulmonar superior derecha a menudo puede obtenerse por ETT, la valoración se lleva a cabo mejor utilizando ETE con doppler pulsado colocando la muestra a 1 cm dentro de la vena pulmonar. La fibrilación auricular y presión elevada en AI por cualquier causa pueden reducir el flujo sistólico anterogrado de las venas pulmonares. Por lo tanto, la reducción del flujo venoso pulmonar carece de especificidad para el diagnóstico de IM severa, mientras que la inversión del flujo pulmonar sistólico es específica para IM severa.

Punto clave: Tanto la relación por doppler pulsado entre VTI mitral y aórtico y la inversión del flujo sistólico pulmonar son específicos para IM severa. Representan los parámetros adicionales más fuertes para la evaluación de severidad de la IM.

Doppler continuo del jet de IM

La velocidad pico del jet de IM por doppler CW suele oscilar entre 4 y 6 m/s. Esto refleja el elevado gradiente de presión sistólica entre VI y AI. La velocidad

por si misma no proporciona información útil acerca de la gravedad de la IM. Por el contrario, la intensidad de la señal (densidad jet) del chorro de IM con doppler CW puede ser una guía cualitativa de severidad. Una señal de IM densa con llenado completo indica IM más grave que una señal tenue (Figura 30). La señal con doppler CW puede truncarse (muescas) con un contorno triangular y una velocidad pico temprana (romo). Esto indica elevada presión en AI o una onda de presión regurgitante importante en la AI, debido a IM severa. En IM excéntrica, puede ser difícil obtener una definición completa del jet con CW debido a su excentricidad, mientras que la intensidad de la señal muestra la densidad característica.

Punto clave: La densidad del jet de IM por doppler CW es un parámetro cualitativo de severidad de la IM.

Consecuencias de la IM

La presencia de IM primaria severa tiene efectos hemodinámicos importantes, primariamente sobre VI y AI. En IM primaria aguda, el VI no está dilatado mientras que la fracción de eyección del VI por lo general aumenta en respuesta al aumento de la precarga. En la fase crónica compensada (el paciente puede estar asintomático), el volumen sistólico se mantiene a través de un aumento de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Estos pacientes tienen típicamente una fracción de eyección del VI > 65%. En esta fase, la aurícula izquierda se remodela y dilata, pero la presión con frecuencia se mantiene normal. En la fase crónica descompensada (el paciente todavía puede estar asintomático o puede no reconocer el deterioro del estado clínico), disminuye el volumen sistólico anterogrado y la presión en AI aumenta significativamente. La contractilidad del VI puede disminuir en forma silenciosa e irreversible. Sin embargo, la fracción de eyección del VI puede estar en un rango normal a bajo a pesar de la presencia de disfunción miocárdica significativa. Por lo tanto, la dilatación es sensible para IM crónica significativa, mientras que un tamaño normal prácticamente excluye IM crónica severa. Pero, la dilatación se puede observar en otras condiciones o puede estar ausente en IM severa aguda y, por lo tanto, ser un hallazgo inespecífico. Es de destacar que el exceso de sangre regurgitante que ingresa en la AI puede inducir un aumento progresivo de la presión arterial pulmonar y una dilatación significativa del anillo tricuspideo. La IM secundaria tiene una fisiología diferente, ya que es consecuencia de una enfermedad ventricular inicial. La dilatación del VI y AI son superiores al grado de IM. La presión en AI suele estar elevada a pesar de un volumen regurgitante menor que en la IM primaria.

Punto clave: Cuando la IM es mayor que leve, los diámetros, volúmenes y fracción de eyección del VI, así como las dimensiones de AI (preferiblemente el volumen) y la presión sistólica de la arteria pulmonar deben figurar siempre en el informe ecocardiográfico.¹ La evaluación cuantitativa de la función miocárdica (velocidad miocárdica sistólica, strain, strain rate) es razonable, sobre todo en pacientes asintomáticos con IM primaria severa y valores borderline de fracción de eyección del VI (60-65%) o diámetro de fin de sístole del VI (próximo a 40 mm o 22 mm/m²).

Integración de los índices de severidad

La evaluación ecocardiográfica de la IM incluye la integración de los datos procedentes de imágenes 2D/3D de la válvula y el ventrículo, así como las medidas doppler de la gravedad de la regurgitación (Tabla 8). Se debería hacer el esfuerzo para cuantificar el grado de regurgitación, excepto ante presencia de IM leve o groseramente severa. Se recomiendan tanto el ancho de VC como el método de PISA. Otros parámetros ayudan a reforzar la severidad de la IM y deben ser utilizados ampliamente en particular cuando existe discordancia entre el grado de cuantificación de la IM y el contexto clínico. Por ejemplo, un volumen regurgitante moderado refleja IM severa cuando se desarrolla de forma aguda en una aurícula izquierda pequeña, poco complaciente y puede causar congestión pulmonar e hipotensión arterial sistémica.

Tabla 8 Grados de severidad de IM primaria

Parametros	Leve	Moderado	Severo
Cualitativos			
Morfología de la VM	Normal/anormal	Normal/anormal	Valvula flail/ruptura musculo papilar
Flujo color del jet de IM	Pequeño, central	Intermedio	Jet central grande o excentrico adherido a pared, arremolinado que alcanza la pared posterior de AI. Grande
Zona de convergencia de flujo ^a	Ausente o pequeño	Intermedio	
Señal CW del jet de IM	Debil/parabolico	Densa/parabolico	Densa/triangular
Semicuantitativos			
Ancho VC (mm)	<3	Intermedio	>7 (>8 por biplano) ^b
Flujo vena pulmonar	Dominancia onda S	Reduccion Onda S ^c	Inversion onda S
Flujo mitral	Dominancia onda A ^d	Variable	Dominancia onda E (>1,5 m/seg) ^e
VTI mit/VTI Ao	<1	Intermedio	>1,4
Cuantitativos			
EROA (mm ²)	<20	20-29; 30-39 ^g	>40
R Vol (mL)	<30	30-44; 45-59 ^g	>60
+ tamaño de LV y LA y presion sistolica en arteria pulmonar ^f			

CW, doppler continuo; LA, aurícula izquierda; EROA, area orificio regurgitante efectivo; LV, ventriculo izquierdo; IM, insuficiencia mitral; R Vol, volumen regurgitante; Vc, vena contracta.

a A un limite de Nyquist de 50-60 cm/seg.

b Promedio entre las vistas apical 4 camaras y 2 camaras.

c Sin otra causa de reduccion de onda S (fibrilacion auricular, elevacion de presion en auricula izquierda).

d Generalmente despues de los 50 años.

e En ausencia de otras causas de presion elevada en auricual izquierda y de estenosis mitral.

f Excepto por otras causas, el tamaño de VI y AI y la presion pulmonar son normales en pacientes con IM leve. En IM severa aguda, la presion pulmonar esta usualmente elevada mientras que el tamaño del VI suele ser normal. En IM severa cronica, el VI esta clasicamente dilatado. Se aceptan valores de corte para agrandamiento no significativo de cavidades izquierdas:

diametro de fin de diastole del VI <56 mm, volumen de fin de diastole del VI <62 ml/m², diametro de fin de sistole del VI <40 mm, volumen de fin de sistole del VI <30 ml/m², diametro de AI <39 mm, volumen AI <36 ml, volumen AI <29 ml/m².

g Los grados de severidad de IM clasifica la regurgitacion como leve, moderada o severa, y subclasifica al grupo moderado en "leve a moderada" (EROA de 20 a 29 mm² o un R Vol de 30 a 44 ml) y "moderada a severa" (EROA de 30 a 39 mm² o un R Vol de 45 a 59 ml).

Regurgitación Tricuspeida

La IT es un hallazgo común. Como en la mayoría de las veces es asintomática y difícil de auscultar en el examen físico, con frecuencia se diagnostica sólo por ecocardiografía realizada para otras indicaciones. Aunque un grado leve de IT es frecuente y benigna, las formas moderada y severa se asocian con mal pronóstico.

Anatomía y función de la válvula tricúspide

El complejo valvular tricuspideo es similar a la válvula mitral pero tiene una mayor variabilidad. Consiste en el anillo, valvas, VD, músculos papilares y cuerdas tendinosas. La válvula tricúspide se encuentra entre la aurícula derecha (AD) y el VD y localizada ligeramente más apical que la válvula mitral.⁵¹ La válvula tri-

cúspide tiene tres valvas de diferente tamaño: la *anterior* es normalmente la más grande y se extiende desde la región infundibular por delante a la pared inferolateral por detrás; la *septal* se extiende desde el septum interventricular al borde ventricular posterior; y la *posterior* se une a lo largo del margen posterior del anillo desde el tabique hacia la pared inferolateral. La inserción de la valva septal de la válvula tricúspide es característicamente apical con respecto a la inserción septal de la valva anterior mitral.

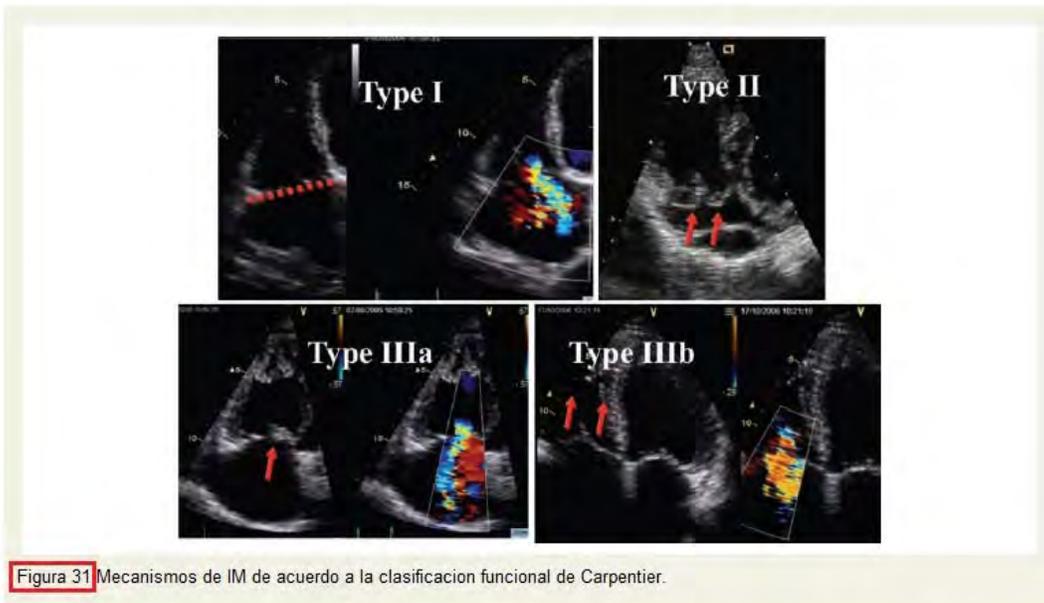
Etiología y mecanismos

La causa más común de IT no es la enfermedad primaria de la válvula (IT orgánica), sino más bien una coaptación valvular alterada (IT secundaria o funcional) causada por dilatación del VD y/o del anillo tricuspideo debido a enfermedades valvulares del lado izquierdo, hipertensión pulmonar, defectos conténitos, y cardiomiopatía.⁵²

La remodelación progresiva de la cavidad del VD conduce a una dilatación anular tricuspidea, desplazamiento del músculo papilar y *tethering* de los velos, ocasionando IT secundaria. Como en la IM secundaria, la IT secundaria genera mayor IT. De hecho, la IT por sí misma conduce a mayor dilatación y disfunción del VD, agrandamiento de AD, mayor dilatación del anillo tricuspideo y *tethering*, y empeoramiento de la IT. A medida que la IT aumenta, el VD se dilata y eventualmente puede disfuncionar, causando aumento de la presión diastólica del VD y, en situaciones avanzadas un desplazamiento del septum interventricular hacia el VI. Esta interdependencia ventricular puede reducir el tamaño de la cavidad ventricular izquierda (compresión pura), causando una restricción del llenado del VI y aumento de la presión diastólica del ventrículo izquierdo y de la arteria pulmonar. La dilatación del anillo tricuspideo, la pérdida de su contracción y el aumento del *tethering* son probablemente los factores más importantes para el desarrollo de IT. En efecto, el anillo tricuspideo pierde la forma en silla de montar; y se convierte en plano, liso y distorsionado.^{52,53}

Diversos procesos de enfermedad primaria pueden afectar directamente el complejo valvular tricuspideo y ocasionar su incompetencia: endocarditis infecciosa, cardiopatías congénitas como la anomalía de Ebstein o canal auriculo-ventricular, fiebre reumática (fusión comisural, acortamiento y retracción de una o más valvas y de las cuerdas tendinosas), síndrome carcinoide (ausencia de fusión comisural, engrosamiento de la válvula con movimiento marcadamente restringido durante el ciclo cardíaco), fibrosis endomiocárdica, degeneración mixomatosa de la válvula tricúspide que conduce al prolapso o movimiento libre de la válvula, traumatismo penetrante y no penetrante, y daños iatrogénicos durante la cirugía cardíaca, biopsias, colocación de catéteres en cavidades derechas.⁵⁴

La clasificación de Carpentier sigue siendo la tipificación funcional más usada en IT: Tipo I: perforación de una valva (endocarditis infecciosa) o con mayor frecuencia por dilatación anular; Tipo II: prolapso de una o más valvas (prolapso) y tipo III: movimiento restringido consecuencia de enfermedad reumática, calcificación significativa, valvulopatía por tóxicos, IT funcional (Figura 31).



Evaluación ecocardiografica en IT

Morfología de la válvula tricúspide

Las tres principales vistas por ETT para visualizar la válvula tricúspide son la paraesternal (eje largo del tracto de entrada del VD, eje corto a nivel de la válvula aórtica), apical de 4 cámaras y subcostal. Por ETE la válvula tricúspide se puede examinar con la vista de 4 cámaras a 0° en esófago basal y unión esófago gástrica. El ETE es de utilidad para el diagnóstico de endocarditis, infección de cable de marcapasos o de catéteres venosos, y visualización de ruptura traumática de la válvula. Sin embargo, rara vez es posible visualizar con eco 2D las tres valvas al mismo tiempo (por lo general desde una vista subcostal modificada). Por lo tanto, la designación individual de las valvas de la válvula tricúspide se debe hacer con precaución a menos que se obtenga una vista de las tres valvas simultáneamente. El ETT 3D en tiempo real esta cada vez mas disponible y permite, con su capacidad única de obtener un plano de eje corto de la válvula tricúspide, la visualización del movimiento de las tres valvas en simultaneo durante el ciclo cardíaco, sus comisuras y su unión al anillo tricuspideo.⁵²⁻⁵⁴ (Figura 32)

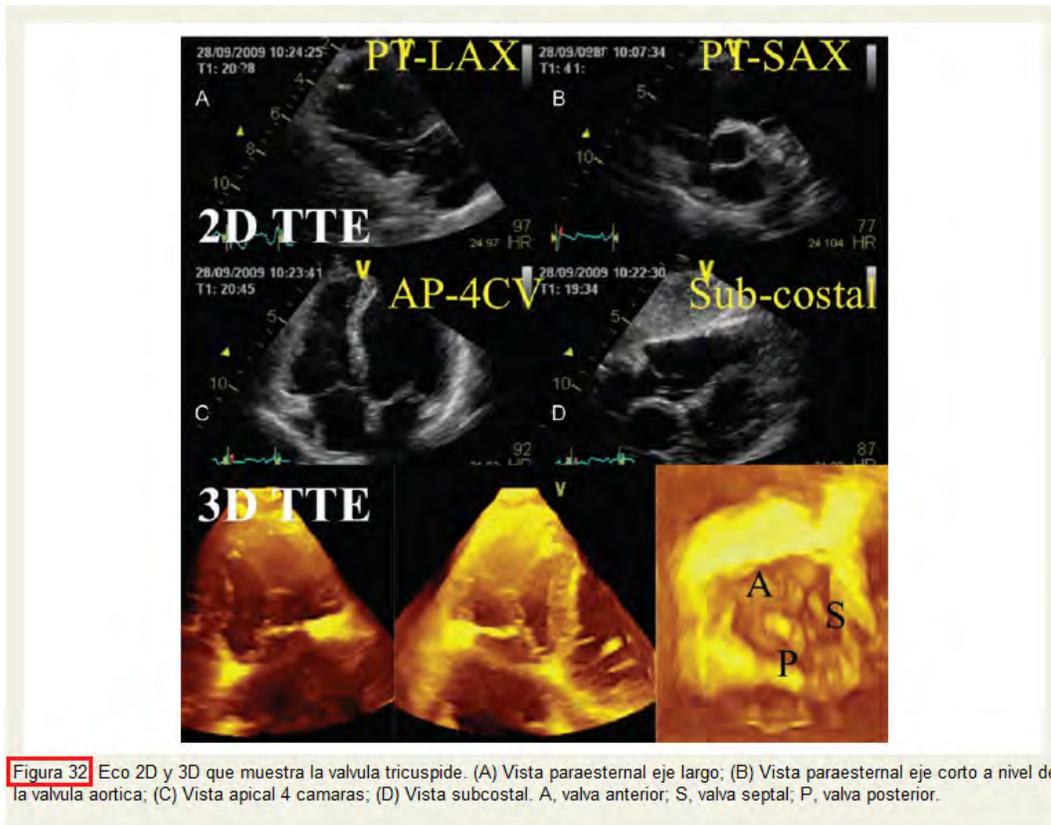


Figura 32 Eco 2D y 3D que muestra la valvula tricuspide. (A) Vista paraesternal eje largo; (B) Vista paraesternal eje corto a nivel de la valvula aortica; (C) Vista apical 4 camaras; (D) Vista subcostal. A, valva anterior; S, valva septal; P, valva posterior.

En la IT patológica, un completo conocimiento de la morfología de las valvas y de los mecanismos fisiopatológicos subyacentes podría dar lugar a mejores técnicas de reparación de la válvula y al diseño de anillos mas fisiológicamente adecuados. Cabe destacar que la IT es más frecuente en pacientes con enfermedad valvular múltiple especialmente de la válvula aórtica o mitral. En IT secundaria, el aumento del *tethering* (desplazamiento apical de las valvas tricuspideas) puede ser evaluada mediante la medición del área de tenting sistólico (área entre el anillo tricuspideo y el cuerpo de las valvas) y la distancia de coaptación (distancia entre el plano del anillo tricuspideo y el punto de coaptación) en mesosístole desde la vista apical de 4 cámaras. Un área de tenting $>1 \text{ cm}^2$ se ha demostrado que se asocia con IT severa.⁵⁵ El anillo tricúspide muestra una estructura no plana con un patrón ovalado en silla de montar, que tiene dos puntos altos (orientados superiormente hacia la AD) y dos puntos bajos (orientado inferiormente hacia el VD que es mejor visto en mesosístole).⁵⁶ El diámetro normal del anillo valvular tricuspideo en adultos es de $28 \pm 5 \text{ mm}$ en la vista de cuatro cámaras. Una dilatación significativa se define por un diámetro diastólico $>21 \text{ mm/m}^2$ ($>35 \text{ mm}$). La contracción normal (disminución del área anular en sístole) del anillo tricúspide es del 25%.

Predictores de éxito en reparación valvular

La IT persistente o recurrente ha sido encontrada hasta en un 20-50% de los pacientes sometidos a cirugía de la válvula mitral.⁵⁷ En IT secundaria, esto se ha relacionado con el grado de restricción de la valva tricúspide y a la gravedad de la dilatación anular.⁵² Tanto la severidad de la IT y disfunción del VD preoperatoria contribuye a la IT residual postoperatoria. Del mismo modo, un severo

tethering de la válvula tricúspide predice IT residual después de la anuloplastia tricuspídea. Un área de *tenting* $>1,63 \text{ cm}^2$ y una distancia de *tethering* $>0,76 \text{ cm}$ son buenos predictores de IT residual después de la cirugía de la válvula tricúspide.⁵⁸

Evaluación de la severidad de IT

Doppler Color

La clasificación de gravedad de IT es en principio similar a la IM. Sin embargo, debido a que las normas de determinación de severidad de la IT son menos consistentes que los de IM, los algoritmos para relacionar los parámetros derivados del flujo color en la severidad de la IT están menos desarrollados.

Doppler Color. La imagen de flujo color es útil para reconocer pequeños jets, pero la evaluación de grandes jets de IT tiene importantes limitaciones.⁵⁹ De hecho, el flujo de los jets que se dirigen centralmente hacia AD generalmente aparecen más grandes que los jets excéntricos que inciden en la pared con una severidad similar o incluso peor. Básicamente, múltiples ventanas (apical de cuatro cámaras, paraesternal eje largo y eje corto, subcostal) se recomiendan para evaluar la severidad de IT mediante el análisis de flujo color. La suposición general es que los chorros de color grande que se extienden profundamente en la AD representan mayor IT que los jets finos y pequeños que se ven apenas por detrás de la válvula. Como en la IM, este método es fuente de muchos errores y está limitado por varios factores técnicos y hemodinámicos. Por eso, la imagen de flujo color no se recomienda para evaluar la gravedad de la IT (Figura 33). Sin embargo, la detección de un gran jet excéntrico adherido a la pared, arremolinado, y que alcanza toda la pared posterior de AD está a favor de una IT severa. Por el contrario, pequeños jets centrales finos suelen indicar IT leve.

Punto clave: El área del flujo color del jet regurgitante no se recomienda para cuantificar la gravedad de la IT. La imagen de flujo color sólo se debe utilizar para el diagnóstico de IT. Se requiere de un enfoque cuantitativo cada vez que se observe más que un pequeño jet central de IT.

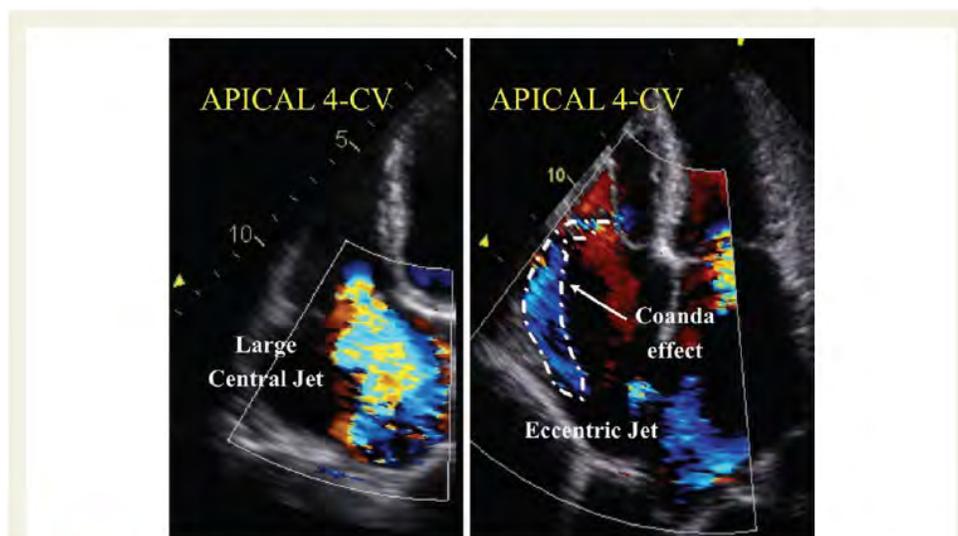


Figura 33 Evaluación visual del jet regurgitante tricuspídeo usando doppler color. (A) jet central grande; (B) jet excéntrico con claro efecto Coanda. CV, vista 4 cámaras.

Ancho de VC. El ancho de VC de la IT es típicamente captada en la vista de cuatro cámaras apical utilizando los mismos parámetros que en la IM (Figura 34). Se recomienda un promedio de mediciones durante al menos dos o tres lados. Una VC ≥ 7 mm está a favor de un grado severo, mientras que un diámetro < 6 mm puede corresponder a una IT leve o moderada.⁶⁰ La geometría del orificio regurgitante de una IT secundaria es normalmente más complejo que uno de IM y no necesariamente circular.⁵² Se ha sugerido una pobre correlación entre el ancho de VC 2D y la evaluación tridimensional del EROA. Esto podría remarcar la inexactitud del ancho de VC 2D en chorros excéntricos. Con eco 3D, un EROA > 75 mm² parece indicar IT severa.⁶¹ Sin embargo, estos datos deben ser confirmados en estudios a futuro.

Punto clave: Cuando sea posible, se recomienda la medición de la VC para cuantificar la IT. Un valor ≥ 7 mm define IT severa. Valores más bajos son difíciles de interpretar. En caso de múltiples chorros, los valores respectivos del ancho de VC no se suman. La evaluación de la VC por eco 3D aun se reserva para fines de investigación.

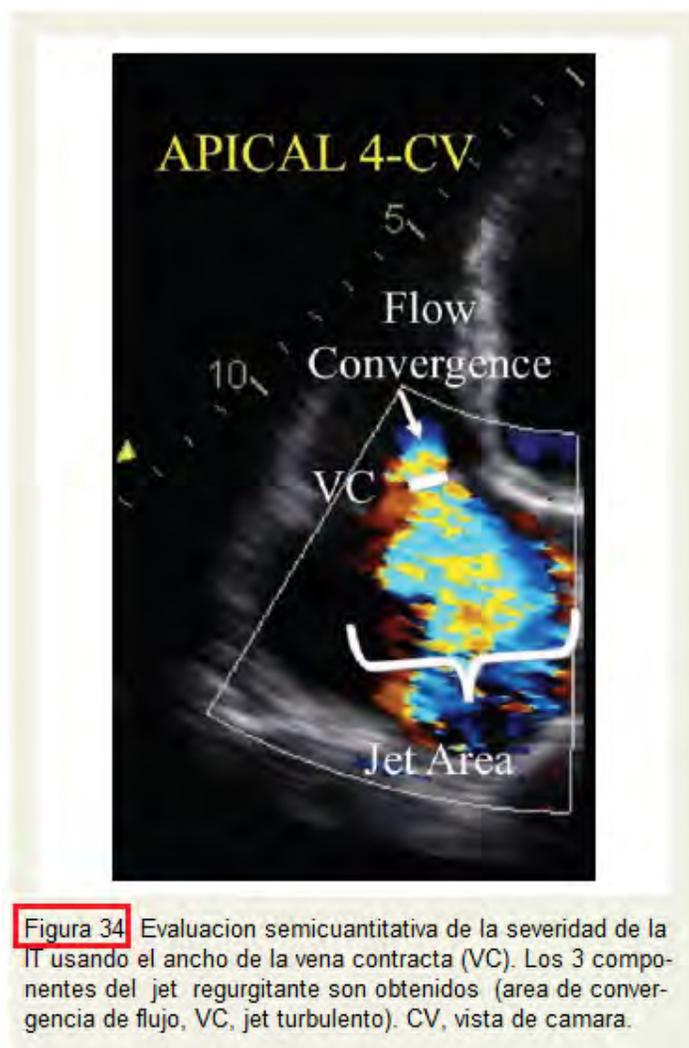


Figura 34 Evaluación semicuantitativa de la severidad de la IT usando el ancho de la vena contracta (VC). Los 3 componentes del jet regurgitante son obtenidos (area de convergencia de flujo, VC, jet turbulento). CV, vista de camara.

Método de convergencia de flujo. Aunque proporciona una evaluación cuantitativa, la práctica revela que el método de convergencia de flujo raramente se aplica en IT (Figura 35), quizás porque una de las suposiciones básicas (orificio regurgitante circular) para su aplicación rara vez se encuentra en la IT secundaria. Este enfoque ha sido validado en estudios pequeños.⁶²⁻⁶⁴ Las vistas apical de cuatro cámaras, paraesternal eje largo y eje corto son las clásicamente recomendadas para una óptima visualización del PISA. El área de interés se optimiza mediante la reducción de la profundidad de la imagen y del límite de Nyquist a 15-40 cm/s. El radio del PISA se mide en mesosístole utilizando el primer aliasing (Figura 30). Cualitativamente, un radio de PISA de IT ≥ 9 mm con un límite de Nyquist a 28 cm/s advierte de la presencia de una IT severa, mientras que un radio < 5 mm sugiere IT leve.⁶³ Un EROA ≥ 40 mm² o un R Vol ≥ 45 ml indica IT severa. El método PISA enfrenta una serie de ventajas y limitaciones.¹⁻³ Se podría subestimar la gravedad de la IT hasta en un 30%. Este método también es menos preciso ante jets excéntricos. Se debe tener en cuenta que el número de estudios que han estimado el valor del método de convergencia de flujo en IT son aun limitados.

Punto clave: cuando sea factible, la medición del radio de PISA es razonable para cuantificar la gravedad de la IT. Un radio de PISA de IT > 9 mm con un límite de Nyquist de 28 cm/s indica IT severa.

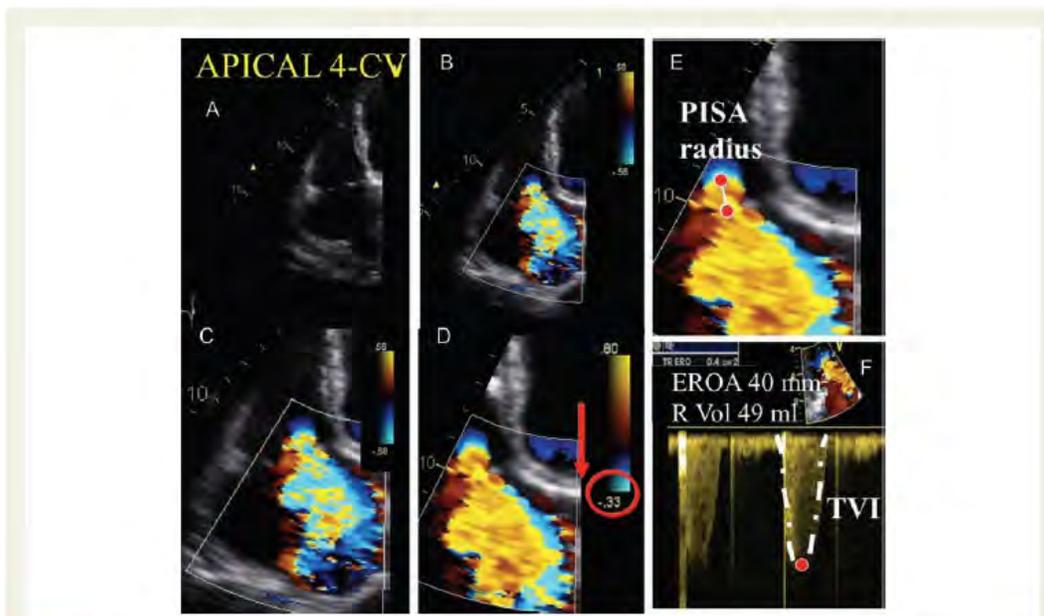


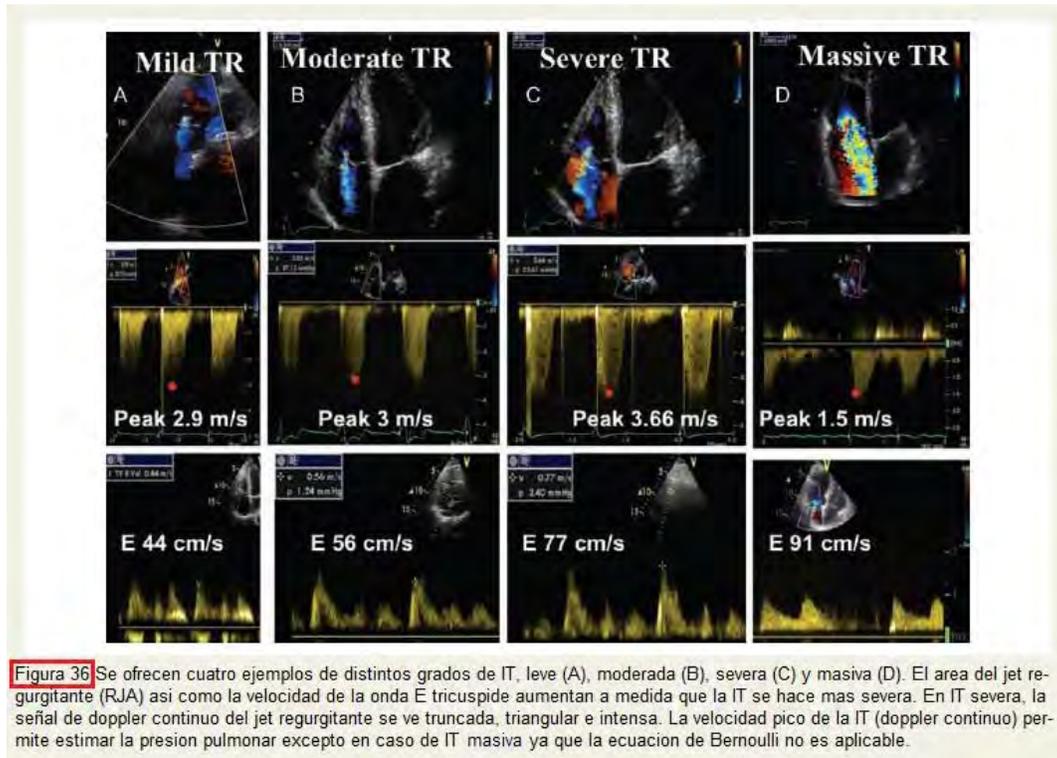
Figura 35 Evaluación cuantitativa de la severidad de IT usando el método de PISA. Análisis paso a paso: (A) vista apical 4 cámaras, (B) visualización flujo color, (C) ampliación de zona seleccionada, (D) desplazar hacia abajo la línea de base hasta obtener un PISA hemisférico, (E) medición radio de PISA usando el 1º aliasing, (F) doppler continuo del jet de IT que permite calcular el área del orificio regurgitante efectivo (EROA), y el volumen regurgitante (R Vol). TVI, integral velocidad tiempo.

Doppler Pulsado

Método doppler volumétrico. El método cuantitativo por doppler PW no se ha validado para cuantificar la gravedad de IT. Este enfoque no es recomendado.

Velocidad anterógrada del flujo tricuspideo. Similar a la IM, la gravedad de la IT afectará el llenado diastólico temprano tricuspideo (velocidad E). En ausencia

de estenosis tricuspídea, la velocidad pico E aumenta proporcionalmente al grado de IT. El trazado doppler del flujo de entrada tricuspídeo se obtiene en la punta de las valvas. Una velocidad pico E >1 m/s sugiere IT severa (Figura 36).



Flujo de la vena hepática. La evaluación con doppler pulsado del patrón de flujo venoso hepático es otra herramienta para la graduación de la IT. En individuos normales, el patrón de velocidad de flujo se compone de una onda sistólica anterógrada, una inversión del flujo transitorio consecuencia del retroceso del anillo tricuspídeo al final de la sístole, una onda diastólica anterógrada, y finalmente la onda retrograda "A" generada por la contracción auricular. Tales patrones de flujo hepático se ven afectados por la respiración. Con el aumento de la severidad de la IT, hay una disminución de la velocidad sistólica hepática. En la IT severa, se produce una inversión del flujo sistólico (Figura 37). La sensibilidad de la inversión de este flujo en IT severa es del 80%.⁵⁹ Pero, la ausencia de inversión de flujo sistólico no descarta IT grave. Un flujo sistólico de la vena hepática mellado se puede observar en caso de alteración en la complacencia de AD y VD, fibrilación auricular, y presión elevada en aurícula derecha de cualquier causa.⁶⁵ La reducción del flujo hepático puede por lo tanto carecer de especificidad. El flujo sistólico retrógrado también se puede ver con doppler color. Puede estar asociado con aparición fásica espontánea de contraste en la vena hepática.

Punto clave: La inversión del flujo sistólico hepático es específico para IT severa. Representa un importante parámetro adicional para evaluar la gravedad de la IT.

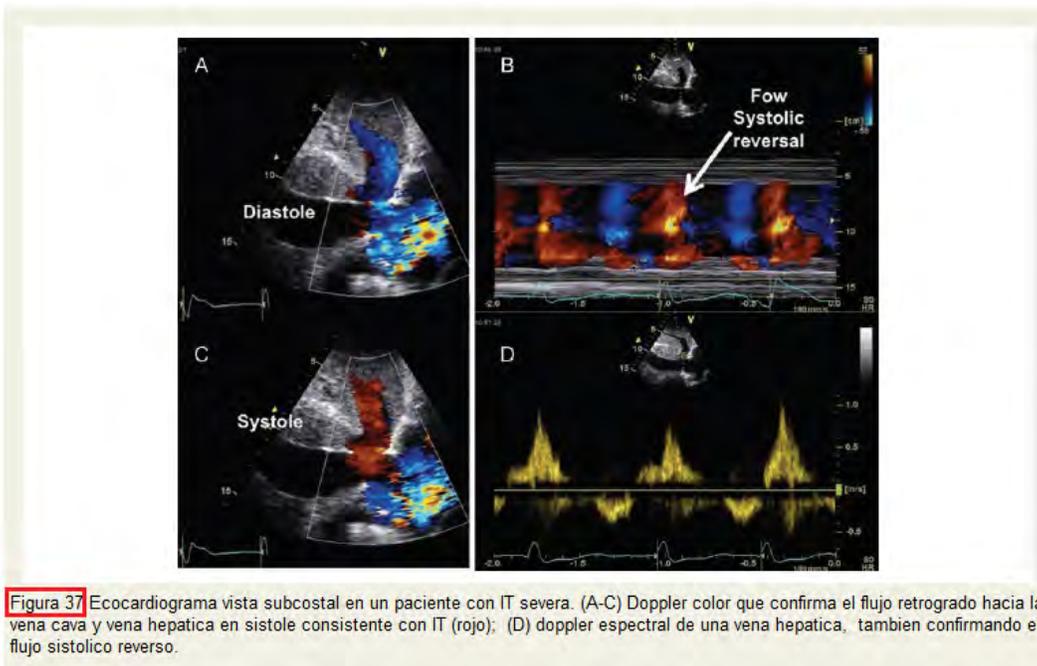


Figura 37 Ecocardiograma vista subcostal en un paciente con IT severa. (A-C) Doppler color que confirma el flujo retrogrado hacia la vena cava y vena hepática en sístole consistente con IT (rojo); (D) doppler espectral de una vena hepática, también confirmando el flujo sistólico reverso.

Doppler continuo del jet de IT

Como en la IM, el contorno del chorro de IT con CW puede servir de guía para la gravedad de la IT. Una señal densa y completa indica IT más grave que una señal débil. El contorno del doppler CW puede ser truncado (muesca) con una forma triangular y velocidad pico precoz (romo), que es indicativo de elevada presión en aurícula derecha o una onda de presión regurgitante importante en AD debido a IT severa. Una marcada variación respiratoria (disminución de la velocidad de IT con la inspiración) sugiere elevada presión en AD (signo de Kussmaul en el examen físico). El chorro de IT se puede utilizar para determinar la presión sistólica en VD o arteria pulmonar. Esto se hace mediante el cálculo del gradiente de presión entre VD y AD usando la ecuación de Bernoulli modificada y sumándole la presión de AD estimada. Se debe tener en cuenta que la velocidad del chorro de IT por sí misma no proporciona información útil acerca de la gravedad de la IT. Por ejemplo, una IT masiva a menudo se asocia con una baja velocidad del chorro (<2 m/s), ya que las presiones entre VD y AD están casi igualadas.⁶⁶ Por otra parte, un chorro de alta velocidad que representa una IT leve puede ocurrir cuando coexiste hipertensión pulmonar severa.

Consecuencias de la IT

Signos de IT severa incluyen dilatación de AD y VD, vena cava inferior y hepática dilatada y pulsátil, seno coronario dilatado, y abombamiento sistólico del tabique interauricular hacia la AI. Un índice de excentricidad del VD en fin de sístole >2 – se obtiene dividiendo la distancia entre apex y plano valvular tricuspideo por la distancia entre SIV y pared lateral del VD – esta a favor de una IT severa (sensibilidad del 79%).⁵⁵ Por el contrario, se ha reportado una pobre correlación entre el área del VD, el cambio del área fraccional y el grado de IT. Por otra parte, la dilatación del VD no es específica de IT, ya que puede observarse en otras condiciones (regurgitación de la válvula pulmonar, comunicación interauricular de izquierda a derecha, retorno venoso anómalo). Sin embargo, su ausencia sugiere grados más leves de IT. La disfunción

ventricular derecha puede verse tanto en valvulopatías del lado izquierdo como derecho. En los pacientes no operados con valvulopatía mitral, la fracción de eyección del VD anormal en reposo se asocia con disminución de la tolerancia al ejercicio y mortalidad. En pacientes operados, una fracción de eyección del VD <20 % predice mortalidad posoperatoria.⁶⁷ La disfunción progresiva del VD también puede resultar de una IT crónica. En un estudio reciente, se ha demostrado que una valva tricuspídea “flail” está asociada a una menor sobrevida y a un aumento del riesgo de insuficiencia cardíaca.⁶⁸ Esto indica que la IT severa sostenida durante mucho tiempo podría conducir a la disfunción significativa del VD. Como para el VI, la fracción de eyección del VD es una estimación aproximada de la función. Esta depende de condiciones de carga, interacción ventricular así como de la estructura del miocardio. Otros parámetros (excursión sistólica del anillo tricuspídeo o TAPSE, velocidades miocárdicas sistólicas) están disponibles actualmente para una mejor evaluación de la función del VD, pero todavía tienen que ser validados en el contexto de las valvulopatías tanto derecha como izquierda. Tanto el TAPSE como la velocidad sistólica parecen ser, sin embargo, menos exacto en pacientes con IT severa,⁶⁹ y parámetros menos dependientes de carga (ejemplo, strain y strain rate longitudinal 2D) podrían ser más útiles en este contexto. La vena cava y su variación respiratoria también proporciona una evaluación de la presión en la AD. Aunque no es específico, un rápido movimiento anterior del tabique interventricular en el inicio de la sístole (contracción isovolumétrica) (movimiento ventricular septal paradójico) representa un signo cualitativo de sobrecarga de volumen del VD debido a IT severa.

Punto clave: Cuando la IT es más que leve, la evaluación de las dimensiones y función del VD, volumen de AD, diámetro de vena cava inferior, y la presión sistólica de arteria pulmonar es obligatorio.¹ La evaluación de la función sistólica del VD utilizando el TAPSE y velocidades miocárdicas sistólicas es razonable cuando se busca disfunción del VD; sin embargo, son dependiente de carga y pueden no reflejar la verdadera función miocárdica del VD en IT severa, así como en pacientes poco después de la cirugía.

Integración de los índices de severidad

La evaluación ecocardiográfica de la IT incluye la integración de datos 2D/3D de la válvula, cavidades derechas, movimiento septal, y vena cava inferior, así como la medición doppler de la gravedad de la regurgitación (Tabla 9). El flujo por doppler color debe ser examinado en múltiples ventanas. El consenso de expertos es promover el grado de severidad de la IT utilizando el ancho de VC y radio del PISA, excepto ante la presencia de IT leve o trivial. Sin embargo, como muchos datos sobre la utilidad de estos enfoques siguen faltando, se recomienda corroborar los resultados de estos métodos con otros parámetros disponibles. Cabe remarcar, que pequeños grados fisiológicos de IT se encuentran con frecuencia en individuos normales sin enfermedad valvular. La prevalencia podría llegar al 65-75%.¹⁻³ En ecocardiografía, esta IT “fisiológica” se asocia con valvas normales y sin dilatación del VD o AD. Valores normalizados para los volúmenes de AD por 3D están actualmente disponible.⁷⁰ Se localiza en una pequeña región adyacente al cierre de la válvula (<1 cm), con un chorro central fino y con frecuencia no se extiende durante toda la sístole. La velocidad pico sistólica está entre 1,7 y 2,3 m/s.

Tabla 9 Grados de severidad de IT

Parametros	Leve	Moderada	Severa
Cualitativos			
Morfología valvula tricuspide	Normal/Anormal	Normal/Anormal	Anormal/flail/gran defecto de coaptacion
Flujo color del jet IT ^a	Pequeño, central	Intermedio	Jet central muy grande o excentrico adosado a pared
Señal CW del jet IT	Debil/parabolico	Denso/parabolico	Densa/triangular con pico temprano (<2 m/s en IT masiva)
Semicuantitativos			
Ancho VC (mm) ^a	No definido	<7	>7
Radio PISA (mm) ^b	≤5	6-9	>9
Flujo vena hepatica ^c	Dominancia onda S	Reduccion onda S	Inversion onda S
Flujo tricuspideo	Normal	Normal	Dominancia onda E (≥1m/s) ^d
Cuantitativos			
EROA (mm ²)	No definido	No definido	≥ 40
R Vol (mL)	No definido	No definido	≥ 45
+ tamaño RA/RV/IVC ^e			

CW; doppler continuo; EROA, area orificio regurgitante efectivo; RA, auricula derecha; RV, ventriculo derecho; R Vol, volumen regurgitante; TR, insuficiencia tricuspidea; VC, vena contracta. IVC, vena cava inferior.

a A un limite de Nyquist de 50-60 cm/seg.

b Limite de Nyquist a 28 cm/seg.

c Sin otra causa de reduccion de onda S (fibrilacion auricular, presion elevada en AD).

d En ausencia de otras causas de presion elevada en AD.

e Excepto por otras causas, AD/VD/VI son habitualmente normales en pacientes con IT leve. Un indice de excentricidad del ventriculo derecho en fin de sistole > 2 esta a favor de IT severa. En IT severa aguda, el tamaño del ventriculo derecho suele ser normal. En IT severa cronica, el VD esta clasicamente dilatado. Se aceptan valores de corte para agrandamiento no significativo de cavidades derechas (mediciones obtenidas de vista apical 4 camaras): dimension de VD en la parte media ≤33 mm, area de fin de diastole del VD ≤28 cm², area de fin de sistole del VD ≤16 cm², cambio de area fraccional del VD >32 %, volumen maximo de AD 2D ≤33 ml/m².
Un diametro de vena cava inferior <21 mm se considera normal.

Conflicto de intereses: ninguno declarado.

Referencias

1. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CD, Levine RA et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echo* 2003;16:777–802.
2. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, Moura L, Popescu BA, Agricola E et al. European Association of Echocardiography. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 1: aortic and pulmonary regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr* 2010;11:223–44.
3. Lancellotti P, Moura L, Pierard LA, Agricola E, Popescu BA, Tribouilloy C et al. European Association of Echocardiography. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr* 2010;11:307–32.
4. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012;13:1–46.
5. Carpentier A, Chauvaud S, Fabiani JN, Deloche A, Relland J, Lessana A et al. Reconstructive surgery of mitral valve incompetence: ten-year appraisal. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980;79:338–48.
6. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes M, Baron-Esquivias G, Baumgartner H et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): the Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2012;33:2451–96.
7. Pierard LA, Lancellotti P. Stress testing in valve disease. *Heart* 2007;93:766–72.
8. Muraru D, Badano LP, Vannan M, Iliceto S. Assessment of aortic valve complex by three-dimensional echocardiography: a framework for its effective application in clinical practice. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012;13:541–55.
9. deWaroux JB, Pouleur AC, Goffinet C, Vancaeynest D, Van Dyck M, Robert A et al. Functional anatomy of aortic regurgitation: accuracy, prediction of surgical reparability, and outcome implications of transesophageal echocardiography. *Circulation* 2007;116:1264–9.

10. Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC, Byard C, Soto B. Evaluation of aortic insufficiency by Doppler colour flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1987;9:952–9.
11. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ. Assessment of severity of aortic regurgitation using the width of the vena contracta: a clinical color Doppler imaging study. *Circulation* 2000;102:558–64.
12. Eren M, Eksik A, Gorgulu S, Norgaz T, Dagdeviren B, Bolca O et al. Determination of vena contracta and its value in evaluating severity of aortic regurgitation. *J Heart Valve Dis* 2002;11:567–75.
13. Fang L, Hsiung MC, Miller AP, Nanda NC, Yin WH, Young MS et al. Assessment of aortic regurgitation by live three-dimensional transthoracic echocardiographic measurements of vena contracta area: usefulness and validation. *Echocardiography* 2005; 22:775–81.
14. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Fett SL, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ. Application of the proximal flow convergence method to calculate the effective regurgitant orifice area in aortic regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1032–9.
15. Pouleur AC, deWaroux JB, Goffinet C, Vancaeynest D, Pasquet A, Gerber BL et al. Accuracy of the flow convergence method for quantification of aortic regurgitation in patients with central versus eccentric jets. *Am J Cardiol* 2008;102:475–80.
16. Tribouilloy C, Avine'e P, Shen WF, Rey JL, Slama M, Lesbre JP. End diastolic flow velocity just beneath the aortic isthmus assessed by pulsed Doppler echocardiography: a new predictor of the aortic regurgitant fraction. *Br Heart J* 1991;65:37–40.
17. Samstad SO, Hegrenaes L, Skjaerpe T, Hatle L. Half time of the diastolic aortoventricular pressure difference by continuous wave Doppler ultrasound: a measure of the severity of AR?. *Br Heart J* 1989;61:336–43.
18. Griffin BP, Flachskampf FA, Siu S, Weyman AE, Thomas JD. The effects of regurgitant orifice size, chamber compliance, and systemic vascular resistance on aortic regurgitant velocity slope and pressure half-time. *Am Heart J* 1991;122:1049–56.
19. Bouzas B, Kilner PJ, Gatzoulis MA. Pulmonary regurgitation: not a benign lesion. *Eur Heart J* 2005;26:433–9.
20. Maciel BC, Simpson IA, Valdes-Cruz LM, Recusani F, Hoit B, Dalton N et al. Color flow Doppler mapping studies of 'physiologic' pulmonary and tricuspid regurgitation: evidence for true regurgitation as opposed to a valve closing volume. *J Am Soc Echocardiogr* 1991;4:589–97.
21. Kobayashi J, Nakano S, Matsuda H, Arisawa J, Kawashima Y. Quantitative evaluation of pulmonary regurgitation after repair of tetralogy of Fallot using real-time flow imaging system. *Jpn Circ J* 1989;53:721–7.
22. Williams RV, Minich LL, Shaddy RE, Pagotto LT, Tani LY. Comparison of Doppler echocardiography with angiography for determining the severity of pulmonary regurgitation. *Am J Cardiol* 2002;89:1438–41.
23. Puchalski MD, Askovich B, Sower CT, Williams RV, Minich LL, Tani LY. Pulmonary regurgitation: determining severity by echocardiography and magnetic resonance imaging. *Congenit Heart Dis* 2008;3:168–75.
24. Pothineni KR, Wells BJ, Hsiung MC, Nanda NC, Yelamanchili P, Suwanjutha T et al. Live/real time three-dimensional transthoracic echocardiographic assessment of pulmonary regurgitation. *Echocardiography* 2008;25:911–7.
25. Goldberg SJ, Allen HD. Quantitative assessment by Doppler echocardiography of pulmonary or aortic regurgitation. *Am J Cardiol* 1985;56:131–5.
26. Lei MH, Chen JJ, Ko YL, Cheng JJ, Kuan P, Lien WP. Reappraisal of quantitative evaluation of pulmonary regurgitation and estimation of pulmonary artery pressure by continuous wave Doppler echocardiography. *Cardiology* 1995;86:249–56.
27. Silversides CK, Veldtman GR, Crossin J, Merchant N, Webb GD, McGrindle BW et al. Pressure Halftime predicts hemodynamically significant pulmonary regurgitation in adult patients with repaired tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1057–62.
28. O'Gara P, Sugeng L, Lang R, Sarano M, Hung J, Raman S et al. The role of imaging in chronic degenerative mitral regurgitation. *JACC Cardiovasc Imaging* 2008;1:221–37.
29. Lancellotti P, Lebrun F, Pierard LA. Determinants of exercise-induced changes in mitral regurgitation in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:1921–8.
30. Marwick TH, Lancellotti P, Pierard L. Ischaemic mitral regurgitation: mechanisms and diagnosis. *Heart* 2009;95:1711–8.

31. Agricola E, Oppizzi M, Pisani M, Meris A, Maisano F, Margonato A. Ischemic mitral regurgitation: mechanisms and echocardiographic classification. *Eur J Echocardiogr* 2008;9:207–21.
32. Calderera I, Van Herwerden LA, Taams MA, Bos E, Roelandt JR. Multiplane transoesophageal echocardiography and morphology of regurgitant mitral valves in surgical repair. *Eur Heart J* 1995;16:999–1006.
33. Lancellotti P, Marwick T, Pierard LA. How to manage ischaemic mitral regurgitation. *Heart* 2008;94:1497–502.
34. Omran AS, Woo A, David TE, Feindel CM, Rakowski H, Siu SC. Intraoperative transesophageal echocardiography accurately predicts mitral valve anatomy and suitability for repair. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:950–7.
35. Kongsarepong V, Shiota M, Gillinov AM, Song JM, Fukuda S, McCarthy PM et al. Echocardiographic predictors of successful versus unsuccessful mitral valve repair in ischemic mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2006;98:504–8.
36. Chaliki HP, Nishimura RA, Enriquez-Sarano M, Reeder GS. A simplified, practical approach to assessment of severity of mitral regurgitation by Doppler color flow imaging with proximal convergence: validation with concomitant cardiac catheterization. *Mayo Clin Proc* 1998;73:929–35.
37. McCully RB, Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Seward JB. Overestimation of severity of ischemic/functional mitral regurgitation by color Doppler jet area. *Am J Cardiol* 1994; 74:790–3.
38. Tribouilloy C, Shen WF, Quére´ JP, Rey JL, Choquet D, Dufosse´ H et al. Assessment of severity of mitral regurgitation by measuring regurgitant jet width at its origin with transesophageal Doppler color flow imaging. *Circulation* 1992;85:1248–53.
39. Hall SA, Brickner ME, Willett DL, Irani WN, Afridi I, Grayburn PA. Assessment of mitral regurgitation severity by Doppler color flow mapping of the vena contracta. *Circulation* 1997;95:636–42.
40. Matsumura Y, Fukuda S, Tran H, Greenberg NL, Agler DA, Wada N et al. Geometry of the proximal isovelocity surface area in mitral regurgitation by 3-dimensional color Doppler echocardiography: difference between functional mitral regurgitation and prolapse regurgitation. *Am Heart J* 2008;155:231–8.
41. Song JM, Kim MJ, Kim YJ, Kang SH, Kim JJ, Kang DH et al. Three-dimensional characteristics of functional mitral regurgitation in patients with severe left ventricular dysfunction: a real-time three-dimensional colour Doppler echocardiography study. *Heart* 2008;94:590–6.
42. Yosefy C, Hung J, Chua S, Vaturi M, Ton-Nu TT, Handschumacher MD et al. Direct measurement of vena contracta area by real-time 3-dimensional echocardiography for assessing severity of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2009;104:978–83.
43. Kahlert P, Plicht B, Schenk IM, Janosi RA, Erbel R, Buck T. Direct assessment of size and shape of noncircular vena contracta area in functional versus organic mitral regurgitation using real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2008;21:912–21.
44. Enriquez-Sarano M, Miller FA Jr, Hayes SN, Bailey KR, Tajik AJ, Seward JB. Effective mitral regurgitant orifice area: clinical use and pitfalls of the proximal isovelocity surface area method. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:703–9.
45. Lancellotti P, Troisfontaines P, Toussaint AC, Pie´rard LA. Prognostic importance of exercise-induced changes in mitral regurgitation in patients with chronic ischemic left ventricular dysfunction. *Circulation* 2003;108:1713–7.
46. Schwammenthal E, Popescu AC, Popescu BA, Freemark D, Hod H, Eldar M et al. Mechanism of mitral regurgitation in inferior wall acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2002;90:306–9.
47. Iwakura K, Ito H, Kawano S, Okamura A, Kurotobi T, Date M et al. Comparison of orifice area by transthoracic three-dimensional Doppler echocardiography versus proximal isovelocity surface area (PISA) method for assessment of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2006;97:1630–7.
48. Dujardin KS, Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. Grading of mitral regurgitation by quantitative Doppler echocardiography: calibration by left ventricular angiography in routine clinical practice. *Circulation* 1997;96:3409–15.
49. Tribouilloy C, Shen WF, Rey JL, Adam MC, Lesbre JP. Mitral to aortic velocity-time integral ratio. A non-geometric pulsed-Doppler regurgitant index in isolated pure mitral regurgitation. *Eur Heart J* 1994;15:1335–9.

50. Enriquez-Sarano M, Dujardin KS, Tribouillois CM, Seward JB, Yoganathan AP, Bailey KR et al. Determinants of pulmonary venous flow reversal in mitral regurgitation and its usefulness in determining the severity of regurgitation. *Am J Cardiol* 1999;83:535–41.
51. Rogers JH, Bolling SF. The tricuspid valve: current perspective and evolving management of tricuspid regurgitation. *Circulation* 2009;119:2718–25.
52. Badano LP, Muraru D, Enriquez-Sarano M. Assessment of functional tricuspid regurgitation. *Eur Heart J* 2013; (Epub ahead of print).
53. Badano LP, Agricola E, Perez de Isla L, Gianfagna P, Zamorano JL. Evaluation of the tricuspid valve morphology and function by transthoracic real-time three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2009;10:477–84.
54. Muraru D, Badano LP, Sarais C, Solda E, Iliceto S. Evaluation of tricuspid valvemorphology and function by transthoracic three-dimensional echocardiography. *Curr Cardiol Rep* 2011;13:242–9.
55. Kim HK, Kim YJ, Park JS, Kim KH, Kim KB, Ahn H et al. Determinants of the severity of functional tricuspid regurgitation. *Am J Cardiol* 2006;98:236–42.
56. Kwan J, Kim GC, Jeon MJ, Kim DH, Shiota T, Thomas JD et al. 3D geometry of a normal tricuspid annulus during systole: a comparison study with the mitral annulus using real-time 3D echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2007;8:375–83.
57. Matsunaga A, Duran CM. Progression of tricuspid regurgitation after repaired functional ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2005;112:1453–7.
58. Fukuda S, Gillinov AM, McCarthy PM, Stewart WJ, Song JM, Kihara T et al. Determinants of recurrent or residual functional tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation* 2006;114:1582–7.
59. Gonzalez-Vilchez F, Zarauza J, Vazquez de Prada JA, Marti'n Dura'n R, Ruano J, Delgado C et al. Assessment of tricuspid regurgitation by Doppler color flow imaging: angiographic correlation. *Int J Cardiol* 1994;44:275–83.
60. Tribouillois CM, Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Tajik AJ, Seward JB. Quantification of tricuspid regurgitation by measuring the width of the vena contracta with Doppler color flow imaging: a clinical study. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:472–8.
61. Velayudhan DE, Brown TM, Nanda NC, Patel V, Miller AP, Mehmood F et al. Quantification of tricuspid regurgitation by live three-dimensional transthoracic echocardiographic measurements of vena contracta area. *Echocardiography* 2006;23:793–800.
62. Rivera JM, Vandervoort P, Mele D, Weyman A, Thomas JD. Value of proximal regurgitant jet size in tricuspid regurgitation. *Am Heart J* 1996;131:742–7.
63. Tribouillois CM, Enriquez-Sarano M, Capps MA, Bailey KR, Tajik AJ. Contrasting effect of similar effective regurgitant orifice area in mitral and tricuspid regurgitation: a quantitative Doppler echocardiographic study. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:958–65.
64. Grossmann G, Stein M, Kochs M, Hoher M, Koenig W, Hombach V et al. Comparison of the proximal flow convergence method and the jet area method for the assessment of the severity of tricuspid regurgitation. *Eur Heart J* 1998;19:652–9.
65. Nagueh SF, Kopelen HA, Zoghbi WA. Relation of mean right atrial pressure to echocardiographic and Doppler parameters of right atrial and right ventricular function. *Circulation* 1996;93:1160–9.
66. Minagoe S, Rahimtoola SH, Chandraratna PA. Significance of laminar systolic regurgitant flow in patients with tricuspid regurgitation: a combined pulsed-wave, continuous-wave Doppler and two-dimensional echocardiographic study. *Am Heart J* 1990;119:627–35.
67. Dini FL, Conti U, Fontanive P, Andreini D, Banti S, Braccini L et al. Right ventricular dysfunction is a major predictor of outcome in patients with moderate to severe mitral regurgitation and left ventricular dysfunction. *Am Heart J* 2007;154:172–9.
68. Messika-Zeitoun D, Thomson H, Bellamy M, Scott C, Tribouillois C, Dearani J et al. Medical and surgical outcome of tricuspid regurgitation caused by flail leaflets. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128:296–302.
69. Haddad F, Doyle R, Murphy DJ, Hunt SA. Right ventricular function in cardiovascular disease, part II: pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. *Circulation* 2008;117:1717–31.
70. Peluso D, Badano LP, Muraru D, Dal Bianco L, Cucchini U, Kocabay G et al. Right atrial size and function assessed with three-dimensional and speckle-tracking echocardiography in 200 healthy volunteers. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013 (Epub ahead of print).