

**MONITOREO INTRAOPERATORIO**  
**Utilidad de la ecocardiografía transesofágica en la**  
**cirugía de válvula mitral**  
**Usefulness of transesophageal echocardiography in**  
**mitral valve surgery**  
**Utilidade do ecocardiograma transesofágico na**  
**cirurgia da válvula mitral**

Silvina Longo. Médica Anestesióloga<sup>1</sup>

Luis Masco. Residente<sup>1</sup>

Juan I De Brahi. Residente<sup>1</sup>

Martín Palacios. Residente<sup>1</sup>

Germán Chaud. Residente<sup>2</sup>

Guillermo Paladini. Médico Cirujano Cardiovascular<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Anestesia. Hospital Privado Universitario de Córdoba.

Argentina. Correspondencia: silvinalongo@icloud.com

<sup>2</sup> Cirugía Cardiovascular. Hospital Privado Universitario de Córdoba. Argentina.

**Resumen:**

El siguiente trabajo detalla un enfoque integral para la evaluación y el manejo intraoperatorio de la cirugía en la válvula mitral. Los avances tecnológicos han hecho de esta técnica un instrumento fundamental en el manejo intraoperatorio de estos pacientes. Las nuevas técnicas quirúrgicas de reparación de la válvula mitral han determinado que el abordaje ecotransesofágico bi-dimensional se ha convertido en un examen de rutina, sin embargo, el advenimiento del ultrasonido tridimensional (3D) nos ha permitido aprender más sobre la anatomía funcional de la regurgitación de la válvula mitral, el mecanismo fisiopatológico predominante, y realizar evaluaciones en tiempo real de los resultados de una reparación o reemplazo quirúrgico. Estas contribuciones han contribuido a la capacidad de toma de decisiones de los equipos quirúrgicos, resultando en una mayor tasa de éxito para la reparación de la válvula mitral y una reducción de las complicaciones quirúrgicas.

**Palabras clave:** Ecografía transesofágica, Válvula mitral, Monitoreo intraoperatorio.

**Abstract:**

The following work details an integral approach to the evaluation and intraoperative management of surgery on the mitral valve. Advances in technology have made this technique a fundamental instrument in the intraoperative management of these patients. The new surgical techniques of mitochondrial valve repair have determined that the bi-dimensional ecotransesophageal approach has become a routine examination, however, the advent of three-dimensional ultrasound (3D) has allowed us to learn more about the functional anatomy of the mitral valve's regurgitation, the predominant pathophysiological mechanism, and to conduct real-time evaluations of the results of a surgical repair or replacement. These contributions have contributed to surgical teams' decision-making capabilities, resulting in a greater success rate for mitral valve repair and a reduction of surgical complications.

**Key words:** Transesophageal ultrasound, Mitral valve, Intraoperative monitoring.

**Resumo:**

O seguinte trabalho, faz uma abordagem integral da avaliação e manipulação intraoperatória da cirurgia na valva mitral.

Os avanços na tecnologia tem feito dessa técnica um instrumento fundamental na manipulação intraoperatória desses pacientes.

As novas técnicas cirúrgicas de reparação valvar mitral determinaram que a ecocardiografia transesofágica bidimensional tornou se um exame de rotina, no entanto o ultrassom tridimensional (3d) nos permitiu saber mais sobre a anatomia funcional da valva mitral, o mecanismo fisiopatológico predominante, assim como a avaliação em tempo real dos resultados da reparação ou substituição cirúrgica.

Essas contribuições tem contribuído para a toma de decisões da equipe cirúrgica resultando numa maior taxa de sucesso de plastias da válvula mitral, assim como uma redução nas complicações cirúrgicas.

**Palavras chave:** Ultra-sonografia transesofágica, válvula mitral, Monitorização intraoperatória.

Recibido: 22 de noviembre de 2016.

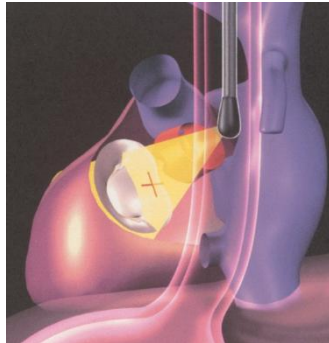
Aceptado: 13 de febrero de 2017.

## INTRODUCCIÓN

La ecocardiografía transesofágica intraoperatoria (ETE), ha sido ampliamente utilizada en cirugía cardiovascular, desde las primeras publicaciones en 1997, donde todavía era prematuro recomendar el uso de ETE, como monitor de rutina<sup>(1)</sup>, su utilidad comienza a ser protagonista a partir del año 1999, con la aparición de las primeras guías<sup>(2)</sup>. En el año 2000, se establece como un monitor que debería ser utilizado de rutina<sup>(3)i</sup> y desde 2005, se determina que ETE es un componente vital del manejo perioperatorio de toda cirugía cardíaca<sup>(4)</sup>. En 2009, se estableció en un estudio de más de 1000 pacientes, que ETE no sólo era un componente vital sino, que provee valiosa información para reducir las complicaciones quirúrgica e influye en la toma de decisiones durante una gran variedad de cirugías cardíacas y de la aorta torácica<sup>(5)ii</sup>.

Aunque el equipo quirúrgico puede visualizar la anormalidad valvular anatómicamente, ETE, proporciona una valoración en tiempo real de la fisiopatología valvular; es útil para guiar los procedimientos quirúrgicos de reparación y mejorar sus resultados. ETE, es en la actualidad un monitor clase I, en cirugía de plástica mitral y clase II,

en reemplazo valvular<sup>(6)</sup>. La sonda de ETE (**Figura1**), que avanzando por el esófago llega a medioesofágico<sup>(7)</sup>, mira a la válvula mitral desde un lugar privilegiado, a través de la aurícula izquierda.



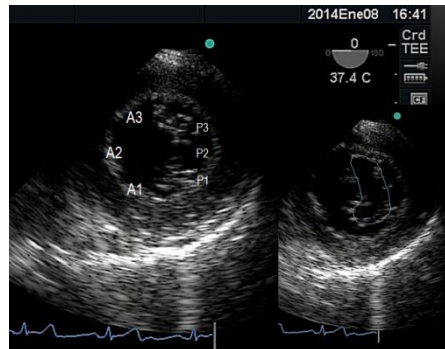
**Figura 1:** sonda ETE, en esófago medio a nivel de aurícula izquierda.

## ANATOMÍA DE LA VÁLVULA MITRAL

Es la única válvula cardíaca bivalva, formada por las valvas anterior y posterior, separadas por sus respectivas comisuras y ancladas en sus bases, al tejido fibromuscular del anillo y en sus bordes libres al aparato subvalvular mediante las cuerdas tendinosas. Necesita para un adecuado funcionamiento, la integridad de todos los elementos que componen el denominado "aparato mitral": el ventrículo izquierdo y los músculos papilares, las cuerdas tendinosas, el anillo mitral y los velos mitrales<sup>(8)</sup>.

La válvula mitral (**Figura2**), está compuesta por los velos anterior y posterior, de aproximadamente 1 mm de espesor. El velo posterior, se adhiere al anillo fibromuscular mitral en la base, ocupando 2/3 del mismo y tiene forma cuadrangular. Está dividido por 2 hendiduras bien definidas en 3 festones denominados 1, 2 y 3 de anterior a posterior. El velo anterior en forma semilunar, se adhiere al tercio restante del anillo mitral y está en continuidad con el velo no

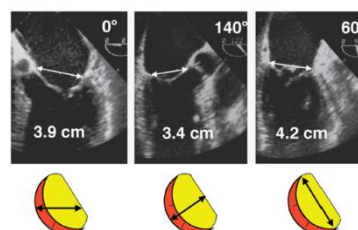
coronario aórtico, también se divide en 3 festones que se corresponden con los festones 1, 2 y 3 del velo posterior.



**Figura 2:** imagen a 0° transgástrica, eje corto basal de la válvula mitral cerrada y abierta con sus 2 valvas (anterior y posterior) y sus correspondientes 3 velos .

Las comisuras son los puntos donde se unen ambos velos en el anillo. La comisura anterolateral a nivel de A1 y P1, cercana a la orejuela izquierda y la posteromedial a nivel de A3 y P3, cercana a la válvula tricúspide.

El anillo mitral es oval con forma de silla de montar. Es el punto de unión entre el ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda y sirve de anclaje a los velos mitrales. La parte anterior, está unida al trígono fibroso y está más desarrollada que la parte posterior. Se considera dilatado cuando mide más de 3.5cm. La imagen ideal para medir el anillo es la medioesofágica 2 cámaras entre 40°- 60° (imagen bicomisural).(**Figura3**)

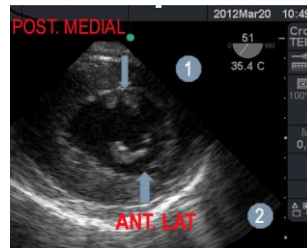


**Figura 3:** medición del anillo mitral desde las imágenes medio esofágicas de 2 cámaras a 0° y 60° y en la imagen central 3 cámaras a 140°

Las cuerdas tendinosas se originan en los músculos papilares y se insertan en el borde libre de los velos; las cuerdas secundarias en la

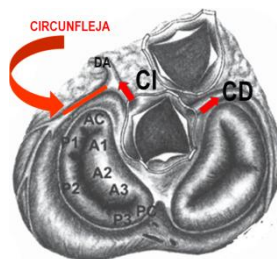
cara ventricular del cuerpo de los velos y las terciarias en la cara ventricular de la base de ambos velos. (**Figura 4**)

Los músculos papilares son 2, el anterolateral, que recibe doble irrigación (de las arterias circunfleja y descendente anterior, mientras el músculo póstero medial es irrigado por una sola arteria (la coronaria derecha o la circunfleja).



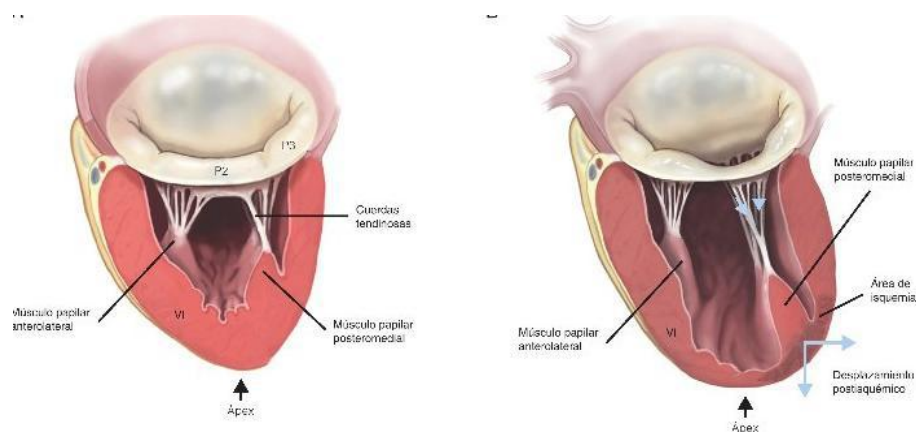
**Figura 4:** imagen a 51° transgástrica mediopapilar, músculos papilares anterolateral(1) y posteromedial(2).

La arteria coronaria izquierda luego de su nacimiento se bifurca (**Figura 5**) en las arterias descendente anterior que va hacia adelante y la circunfleja que rodea a la comisura anterolateral de la válvula mitral y que puede ser ligada durante la anuloplastia o el reemplazo valvular.



**Figura 5:** Esquema de la válvula mitral en relación a las demás válvulas cardíacas y la relación con la arteria circunfleja que luego de su bifurcación de la coronaria izquierda rodea la comisura anterolateral mitral.

Finalmente el tamaño y la forma del ventrículo izquierdo impactan en la función de la válvula mitral<sup>(9)</sup>. (**Figura 6**) Cuando el ventrículo se dilata se torna más esférico, los músculos papilares se desplazan apicalmente, limitando así el cierre correcto de la válvula<sup>(10)</sup>.

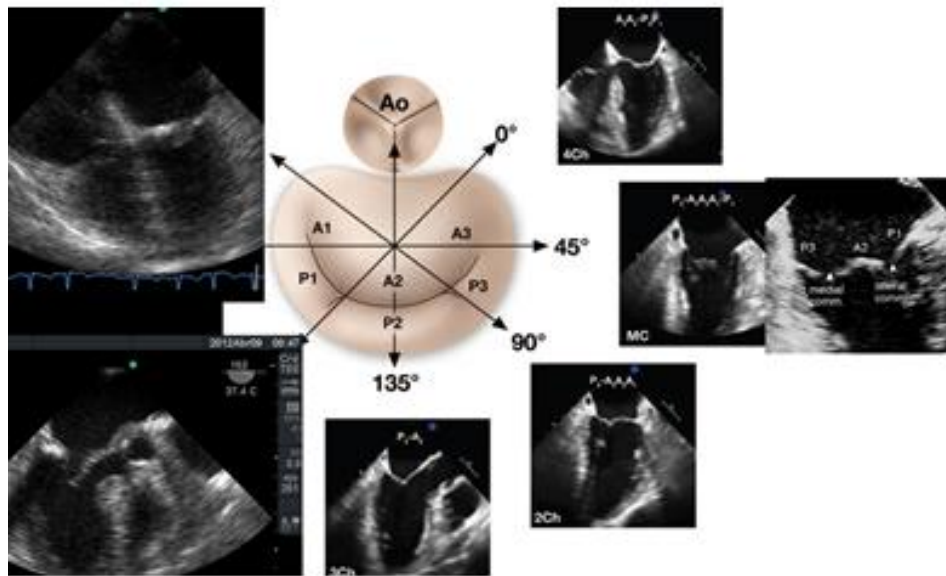


**Figura 6:** Izquierda: VM sana y su aparato subvalvular.  
 Izquierda: VM patológica por isquemia miocárdica.

## EVALUACIÓN CON ETE

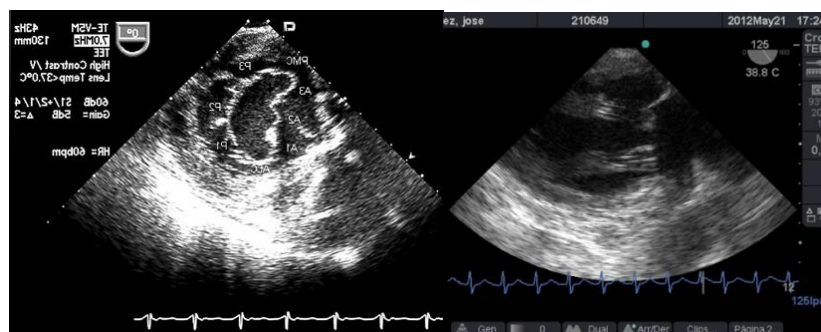
Aunque en la mayor parte de los casos la anatomía y la severidad de la lesión ha sido establecida previamente, el quirófano nos ofrece una última oportunidad para evaluar el mecanismo, severidad y lesiones asociadas. Y de esta manera contribuir con el cirujano a planificar la mejor estrategia quirúrgica.

El análisis anatómico ecocardiográfico, se realiza con 2 D, y se basa en la adquisición de distintos planos que nos permitan observar el anillo, los velos y las comisuras en varias proyecciones. (**Figura 8**) Siguiendo un protocolo de 8 planos, que incluye 3 planos a nivel medio esofágico a 0° superior, donde se visualiza A1 y P1 además de la aorta y la orejuela, medio donde se ve A2 y P2, e inferior, casi llegando al seno coronario donde se encuentra A3 y P3. Luego entre 60° y 90°, a nivel del plano comisural, se ve P1, A2 y P3. Entre 80° y 100° en el plano de 2 cámaras, obtenemos la visión de A1, A2 y P3; con pequeños giros desde este lugar, podemos analizar todo el velo posterior y A2 y A3. Por último en esófago medio, el plano de 120° permite evaluar A2 y P2.<sup>(11)</sup>



**Figura 8:** Esquema de VM e imágenes de 4, 3 y 2 cámaras para comprender los distintos segmentos observados de las valvas mitrales, según el ángulo de visualización.

La imagen que nos permite ver integralmente ambas valvas y sus respectivos segmentos es la vista transgástrica a 0° (**Figura 9**) y la que nos facilita el estudio anatómico del aparato subvalvular y los músculos papilares es la transgástrica entre 80°-130°



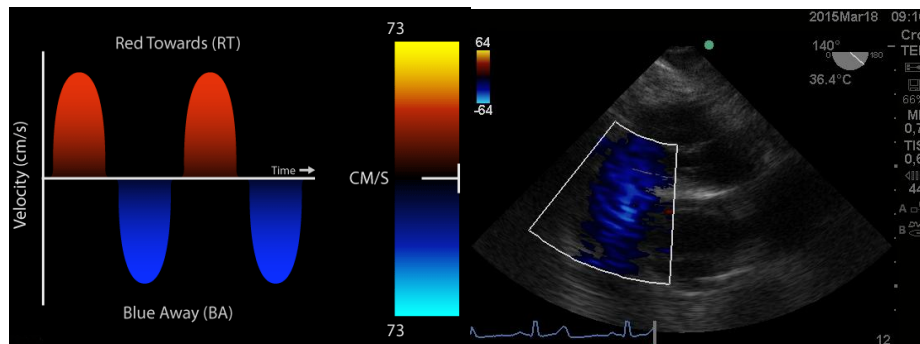
**Figura 9:** Izquierda: imágenes transgástricas a 0° (eje corto). Derecha: a 125° (eje largo).

El análisis del flujo que cruza la válvula, lo estudiamos con Doppler Pulsado, Doppler Color y Doppler continuo<sup>(12)</sup>.

Por convención, el doppler espectral resultante muestra la velocidad en el eje de la Y y el tiempo en el eje X. El flujo que se dirige hacia el transductor, aparece por encima de la línea de base, mientras que el flujo que se aleja, se encuentra por debajo de la línea de base. El

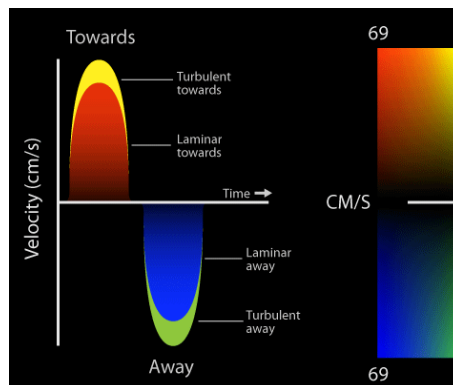


Doppler Color, (**Figura 10**) es una variedad de Pulsado que utiliza una escala de colores, representada, en el flujo laminar, con rojo (flujo que se acerca al transductor) y con azul el que se aleja. Cuando el flujo se hace turbulento, debido a una alteración funcional de la válvula, aparecen los colores amarillo y verde, reflejo de un aumento en la velocidad de la sangre al cruzar una válvula patológica anatómica o funcionalmente<sup>(13)</sup>. (**Figura 11**)(**Figura12**)

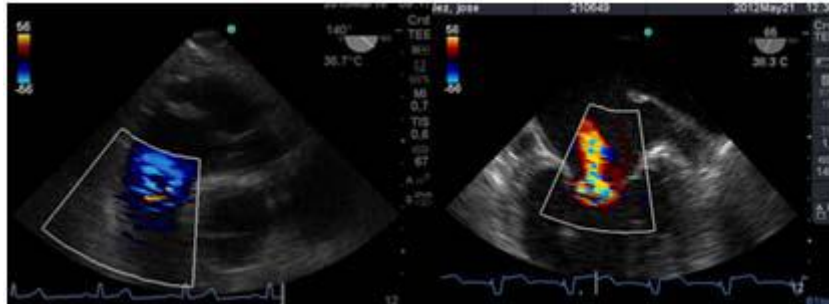


**Figura 10:** Izquierda: representación del flujo color. Derecha: flujo laminar de arteria pulmonar

Rojo positivo y laminar, se acerca a imagen transgástrica (140°), tracto salida transductor. Azul negativo, se aleja el transductor del ventrículo derecho (TSVD).



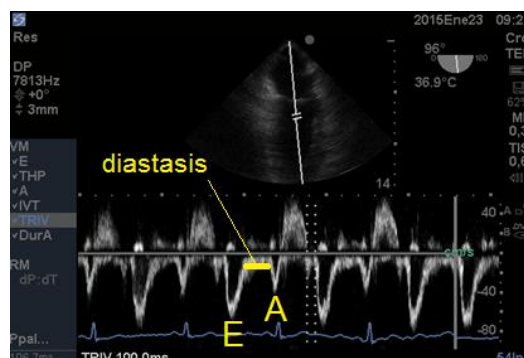
**Figura 11:** cuando la velocidad es elevada por flujo turbulento aparecen los colores amarillo y verde.



**Figura 12:** Izquierda: flujo turbulento por insuficiencia pulmonar leve.

(TG profunda TSVD). Derecha: imagen a 66° mediesofágico 2 cámaras flujo turbulento por insuficiencia mitral moderada.

Con doppler pulsado (en imágenes mediesofágicas de 4 y 2 cámaras) podemos analizar la característica del flujo que atraviesa la válvula y podemos valorar integralmente la diástole cardíaca izquierda<sup>(14)</sup>. Luego de un tiempo normal de relajación isovolumétrica (TRIV) cuyo valor normal es de 150 a 240m/s, es el tiempo de comienzo de la diástole fisiológica, es decir de la relajación ventricular, donde la válvula aórtica ya se cerró y aún no se abrió la mitral. Cuando se abre la válvula mitral se genera la onda E ,de llenado temprano, cuyo valor normal es entre 50 y 80cm/seg. Luego las presiones entre la aurícula y el ventrículo se igualan, deja de pasar sangre,este periodo se llama Diastasis. (**Figura 13**) Para finalmente la aurícula izquierda en su función de bomba generar la diástole tardía a través de la onda A.



**Figura 13:** imagen de 2 cámaras mediesofágico (96°) con Doppler Pulsado onda E llenado diastólico rápido, diastasis y onda A de llenado lento por contracción auricular.

Al finalizar la cirugía, el análisis ecocardiográfico se enfocará en la búsqueda de insuficiencia residual si se realizó plástica, o de documentar el correcto funcionamiento de la válvula mecánica o biológica, en caso de reemplazo. Con ETE, valoraremos la función ventricular sistólica y diastólica post CEC<sup>(15)</sup> y también la presencia de SAM<sup>(16)</sup> (motilidad sistólica anterior) de la válvula mitral con obstrucción al tracto de salida del VI, posible complicación de la reparación mitral<sup>(17)</sup>. Por último, analizar la motilidad de las paredes ventriculares, sobre todo el territorio irrigado por la arteria circunfleja<sup>(18)</sup>.

## **INSUFICIENCIA MITRAL**

Ésta es tal vez la patología donde ETE, tiene un impacto más profundo<sup>(19)</sup>. Es muy importante reconocer la causa de la insuficiencia mitral (IM), ya que, cuando la IM severa lleva al paciente al quirófano y según el mecanismo de la lesión, el paciente puede ser beneficiado con plástica mitral<sup>(20)</sup>.

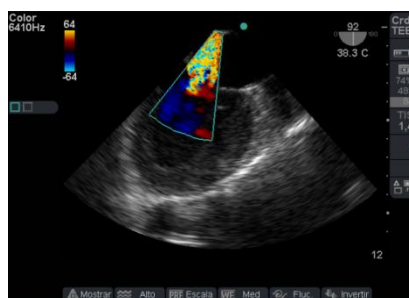
Con eco 2 D y Doppler,<sup>(21)</sup> podemos observar alteraciones fisiopatológicas como el prolapso con ruptura de cuerdas tendíneas. Las anormalidades morfológicas nos muestran la localización de la lesión (si es central, lateral o media). Por lo general, la extensión del segmento patológico se correlaciona con la severidad de la IM. En la enfermedad degenerativa mitral (degeneración mixomatosa), se afectan todos los componentes del aparato mitral.<sup>(21)</sup> El anillo se dilata, las valvas son redundantes y las cuerdas tendíneas elongadas. Según la etiología la IM, se clasifica en orgánica (lesión de la válvula), o funcional (cuando el problema está en el ventrículo izquierdo o en los músculos papilares).

En nuestro país, la causa más frecuente de IM orgánica, es la valvulopatía degenerativa, seguida de la reumática y por endocarditis.

La IM funcional, se ve en pacientes con infarto y con miocardiopatías isquémica o dilatada. Acá la relación entre anatomía y función es más compleja, la dilatación global o regional del ventrículo izquierdo desplaza los músculos papilares inferior y lateralmente, traccionando así las cuerdas tendinosas, y éstas a las valvas, dando una morfología en tienda de campaña ("tenting"), dando como resultado final cierre incompleto e IM.

Mecanismo de la IM según la clasificación de Carpentier´s<sup>(21)</sup>:

Clase 1: con motilidad normal de los velos y se debe a por ejemplo dilatación del anillo por una miocardiopatía dilatada(**Figura 14**), o perforación de los velos en endocarditis.



**Figura 14:** insuficiencia mitral en miocardiopatía dilatada. Imagen de  
2  
cámaras medioesofágica

Clase 2: excesiva motilidad, causada por prolapso(**Figura 15**) o ruptura de cuerda tendínea. Ecocardiográficamente es prolapso cuando la válvula sobrepasa el plano mitral más de 2mm.



**Figura 15:** imagen de 4 cámaras medioesofágico a 0° , prolapso

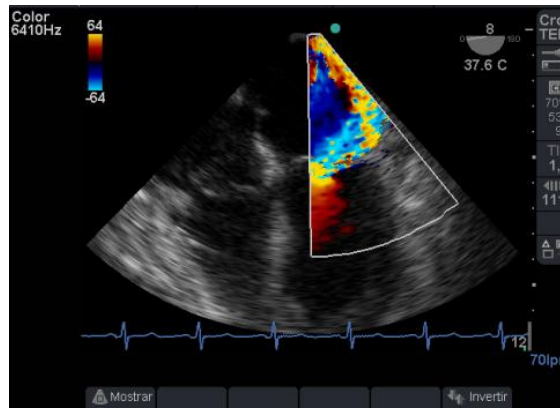
válvula mitral mayor a 0.2cm por encima del plano del anillo mitral.

Clase 3: motilidad restringida , causada por enfermedad degenerativa o mixomatosa de la válvula o el aparato subvalvular mitral.

Valoración con ETE<sup>(21)</sup>: Luego de la inducción anestésica colocamos la sonda y comenzamos a realizar una valoración completa del corazón logrando las 28 imágenes recomendadas por las guías actuales para realizar un exámen completo<sup>(22)</sup>, luego valoramos la morfología y función de la válvula mitral en 2D desde mediesofágico 4,3 y 2 cámaras, y transgástrico a 0° y 90°. El principal objetivo, es corroborar los hallazgos preoperatorios y realizar un completo exámen cardiovascular, para documentar el estado cardíaco basal, funciones sistólicas<sup>(21)</sup> y diastólica<sup>(22)</sup>, presión de arteria pulmonar, estado de la función cardíaca derecha y analizar las otras válvulas cardíacas en busca de anomalías no detectadas en el preoperatorio.

Luego con Doppler Color, analizamos la dirección del chorro regurgitante que es opuesta a la valva comprometida, el tamaño del jet regurgitante y su relación con el área de la aurícula izquierda (AI). Debemos tener en cuenta que el mapeo color del chorro regurgitante está influenciado por parámetros del ecógrafo: ganancia, PRF, límite de Nyquist, y por parámetros fisiológicos: presión arterial, volemia.

Otro factor que afecta el tamaño del chorro es la dirección de éste, los centrales en la aurícula aparecen más grandes con Doppler Color, que aquellos excéntricos que corren sobre la pared auricular, generando un efecto coanda (**Figura 16**), con un volumen regurgitante muy similar y que por su sola presencia le confiere severidad.



**Figura 16:** imagen de 4 cámaras medioesofágico con insuficiencia mitral severa, observada con Doppler color (escala 64) con efecto “coanda”, reflujo hacia la pared de AI.

Clasificamos la IM en leve si el área del jet es  $< 4\text{cm}^2$ , o  $< 20\%$  del área de la AI; moderado de  $4\text{-}8\text{cm}^2$  y severo mayor de  $8\text{cm}^2$ .

Analizamos la vena contracta (el orificio fisiológico de la regurgitación, es el cuello o la parte más estrecha del jet distal al orificio regurgitante), IM leve  $< 3\text{mm}$  y severa mayor a  $7\text{mm}$ . Luego el orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante por los métodos de convergencia del flujo o área de la superficie de isovelocidad proximal (PISA) y de cuantificación<sup>(21)</sup> PISA<sup>(22)</sup> se basa en un principio hidráulico, donde la sangre que se aproxima a un orificio circular va formando capas concéntricas de isovelocidad creciente y superficie decreciente. En condiciones ideales, en un orificio circular pequeño sobre una superficie plana, estos contornos de isovelocidades tienen una forma hemiesférica. Por el principio de continuidad, el flujo en cada uno de estos contornos es igual, y a su vez igual al flujo a través del orificio valvular. Si podemos calcular el área de cualquiera de estos contornos y estimar su velocidad podemos calcular el flujo (flujo=Área x velocidad) (**Figura17**). Si la forma de los contornos de isovelocidad es hemiesférica entonces:

$$\text{Área de la hemiesfera} = 2 \pi r^2$$

$$\text{Flujo} = 2 \pi r^2 \times \text{velocidad}$$

La velocidad de la hemiesfera, la obtenemos del mapa color donde ocurre el primer aliasing.

Ajustamos la velocidad de aliasing, para poder ver la hemiesfera circular y asumiendo que el máximo radio de esa hemiesfera coincide con la máxima velocidad de la IM, se puede calcular el orificio regurgitante efectivo con la siguiente fórmula:

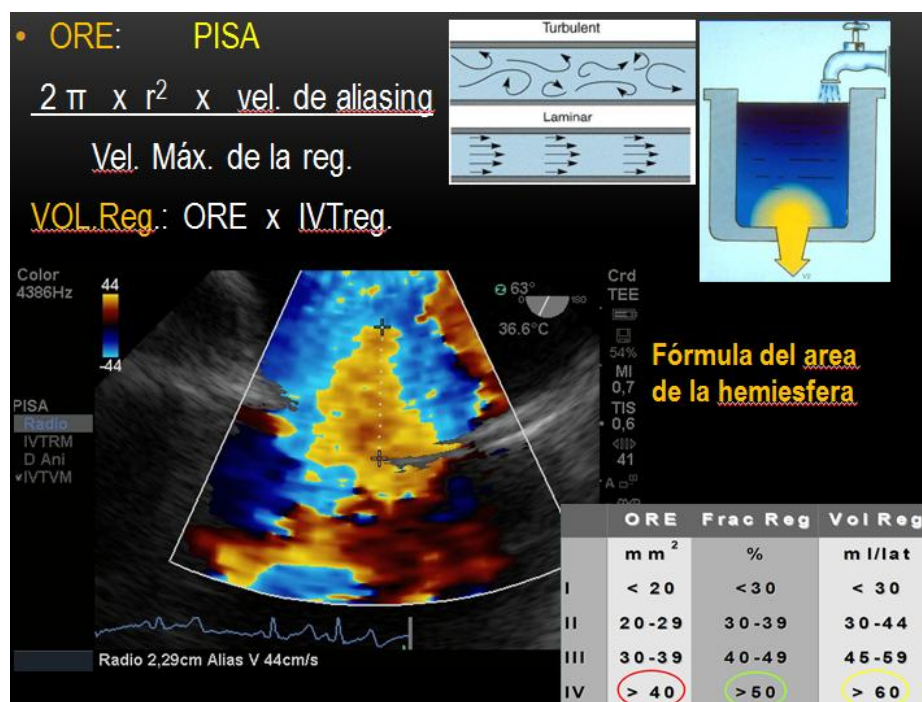
$$\text{ORE} = (2 \pi r^2 \times V_a) / V_{\text{reg pico}}$$

Donde  $V_a$  es la velocidad de aliasing y la  $V_{\text{reg pico}}$ , es la velocidad pico de la IM tomada con Doppler continuo. Y cuando ORE es mayor de  $0.4 \text{ cm}^2$  es IM severa y ORE menor de  $0.2 \text{ cm}^2$  es leve.

A partir del ORE calculamos el Volumen Regurgitante (VR):

$$\text{VR} = \text{ORE} \times \text{IVT del jet regurgitante}$$

Donde IVT, es integral velocidad tiempo en este caso del jet regurgitante. VR, mayor de 60ml y de 30ml es grave para las IM orgánicas y funcionales respectivamente.



**Figura 17:** imagen con zoom de 2 cámaras medioesofágico con escala 44 en Doppler color para medir el radio de PISA.

## MÉTODO VOLUMÉTRICO

Cuando la VM es insuficiente, tiene más flujo que las otras válvulas, ya que en cada latido tiene que pasar a través de ella el volumen sistólico efectivo más el volumen que se escapó por la insuficiencia en el latido anterior. Ese exceso de flujo, permite cuantificar la insuficiencia. El volumen total se puede calcular como el flujo por la válvula enferma. El flujo efectivo o volumen latido, se calcula como el flujo por una válvula sana. El volumen regurgitante (VR) es la diferencia de esos volúmenes, total y efectivo.

$$V_{\text{total}} = V_{\text{efectivo}} + V_{\text{regurgitante}}$$

$$V_{\text{regurgitante}} = V_{\text{total}} - V_{\text{efectivo}}$$

Para obtener los volúmenes debemos medir los anillos de la VM y del tracto de salida del VI, donde la mitad del diámetro es el radio, para luego medir el IVT (es la sangre que pasa por esa válvula).

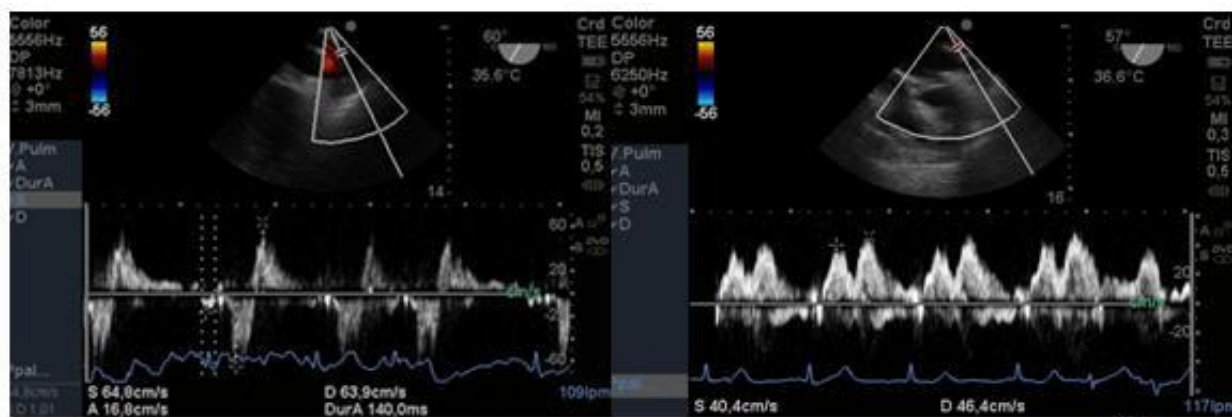
Con Doppler Pulsado calculamos el volumen latido (VL):

$$VL = IVT \times TRSVI \times ATSVI$$

Donde TSVI=tracto de salida de ventrículo izquierdo y ATSVI=es el área transversal del TSVI. En ausencia de insuficiencias izquierdas el VL debe ser igual tanto a nivel del TRSVI como en el anillo mitral. En caso de IM, el volumen latido mitral será mayor que el aórtico y la diferencia con éste último, el volumen regurgitante.

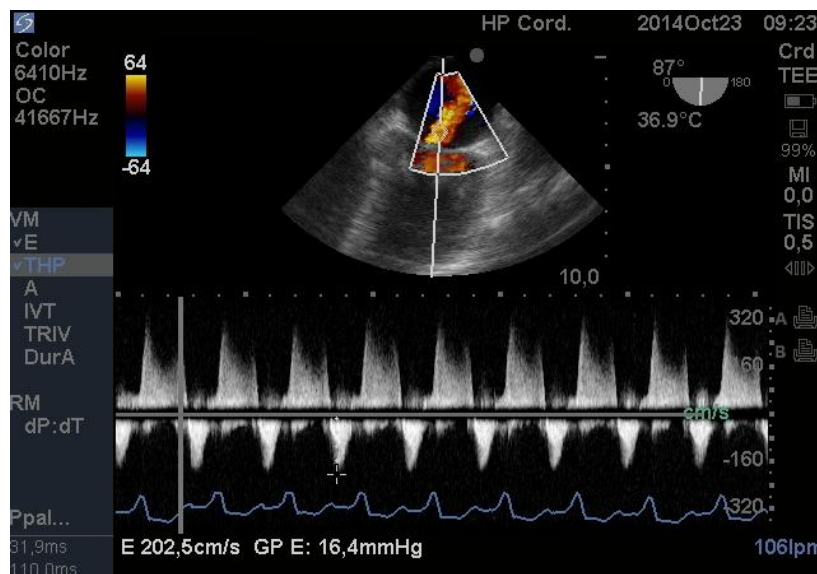
El exámen se completa cuando analizamos la repercusión del jet regurgitante hacia las venas pulmonares. Cuando la insuficiencia es severa, se observa una S invertida (**Figura 18**) en venas pulmonares<sup>(21)</sup>. Recordemos que todo lo que le ocurre al corazón izquierdo repercute en las venas pulmonares y por lo tanto analizar el flujo con Doppler Pulsado, nos ayuda a comprender no solo la severidad de la IM sino también, analizando la relación de las ondas S, D y Auricular podremos comprender la función diastólica izquierda.





**Figura 18:** Izquierda: imagen de Vena Pulmonar Superior Izquierda con Doppler Pulsado con inversión de onda s, en Insuficiencia Mitral Severa. Derecha: post reparación mitral: onda S positiva, normal, ante la ausencia de insuficiencia mitral severa

Onda E del anillo mitral (**Figura 19**): cuando la IM es severa hay hiperflujo generando una onda por encima de 1.5cm/s.



**Figura 19:** imagen medioesofágica de 2 cámaras a 87° con gradiente elevado, onda E mitral de 2m por IM severa holosistólica (Doppler Continuo).

En la valoración post circulación extracorpórea (CEC) luego de plástica mitral, debemos lograr estabilidad hemodinámica y adecuada presión arterial para poder valorar si existe IM residual . Se acepta que la IM sea leve, de lo contrario se vuelve a CEC hasta una definitiva reparación o recambio valvular.

La intervención quirúrgica de IM primaria consistirá en una plástica mitral si se puede lograr una reparación exitosa y duradera. El éxito de la reparación es documentado con ETE y dependerá de la morfología de la VM y de la experiencia quirúrgica.

En la IM se debe informar:

- a) Etiología
- b) Severidad de la insuficiencia
- c) Dimensiones y Función del Ventrículo Izquierdo
- d) Enfermedad de otras válvulas
- e) Posibilidad de Cirugía conservadora

Resumiendo, en las siguientes tablas se pueden apreciar los distintos métodos que existen para estudiar en forma completa el grado de patología Mitral y su repercusión hemodinámica. (**Tabla1**)(**Tabla2**) (**Tabla3**).

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Area del jet de insuficiencia | Dependiente de carga. Jet contralateral<br>o<br>Excéntrico (efecto Coanda).<br>Ajustar:<br>Ganancia color y Profundidad |
| PISA                          | $ORE = \frac{Radio\ PISA^2}{40}$ (escala color pre-<br>2<br>sión arterial normal)                                       |
| % área de Jet/área de AI      | Inexacto, no se ve toda la AI   |
| Fujo en venas pulmonares      | Con Doppler pulsado S/D/Au  |

**Tabla 1:** Métodos directos de valoración de la IM

|                             | LEVE                 | MODERADO                 | SEVERO               |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Area Jet (cm <sup>2</sup> ) | <4                   | 4-8                      | 8                    |
| Vena Contracta (mm)         | <0.3                 | 0.33-0.69                | >0.7                 |
| Onda E llenado mitral       |                      |                          | E> 1.5 m/s           |
| ORE                         | <0.2 cm <sup>2</sup> | 0.2-0.39 cm <sup>2</sup> | >0.4 cm <sup>2</sup> |
| VR                          | <30 ml               | 30-59 ml                 | >60 ml               |

**Tabla 2:** Criterios de severidad de IM

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Densidad del Doppler Continuo      | Aumenta cuanto más severa es IM                                     |
| Velocidad máxima de IM             | Pico >1.5m/s sugiere severa   |
| Tamaño de AI/VI                    | Dilatación de aurícula y ventrículo izq.                            |
| Presión Arteria Pulmonar sistólica | $4 (V_{\text{reflujo tricuspideo}})^2 + PVC =$<br>Severa<br>>50mmHg |

**Tabla 3:** Valoración indirecta

## ESTENOSIS MITRAL

La principal causa es la enfermedad reumática. Otras causas incluyen la congénita, mixomas de gran crecimiento pueden presentarse como estenosis mitral (EM), vegetaciones por endocarditis y por último la enfermedad degenerativa frecuente en pacientes añosos<sup>(31)</sup>.

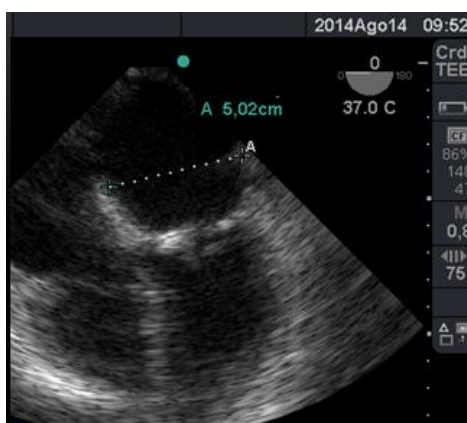
En la anatomía patológica de la válvula se puede ver el engrosamiento y calcificación de los velos, se fusionan las comisuras

y las cuerdas tendinosas, dando disminución efectiva del orificio valvular y un aspecto en “boca de pescado”.

La EM lleva con el tiempo a la elevación de las presiones de la aurícula izquierda (AI), hipertensión arterial pulmonar, disfunción del ventrículo derecho y de la válvula tricúspide (con o sin compromiso reumático). La elevación crónica de la presión de AI, produce dilatación auricular, flujos de sangre disminuidos (contraste espontáneo o humo) y la formación de trombos.

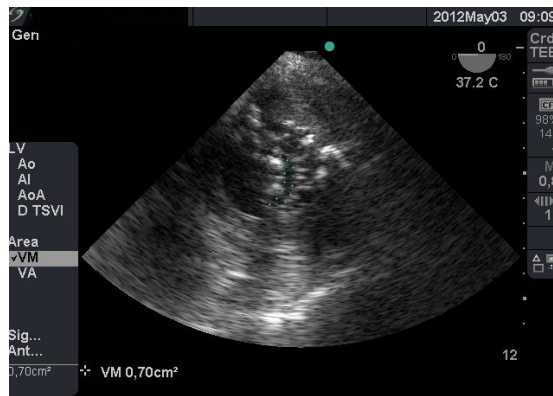
Exámen con ETE:

El tamaño de la aurícula izquierda (**Figura 20**) lo conocemos por la valoración ecocardiográfica del preoperatorio,<sup>(32)</sup> ya que la proximidad de la sonda a la AI nos impide incluir la imagen de la aurícula en su totalidad. Si podemos medir el diámetro anteroposterior el cual normalmente mide hasta 45mm, y excluir la presencia de trombos.



**Figura 20:** en imagen de 4 cámaras a 0° medición de AI en su diámetro antero-posterior 5.02cm por agrandamiento de AI.

El eje corto transgástrico basal 0° nos permite una visión del orificio anatómico para realizar la planimetría directa de la válvula. (**Figura 21**) Este método permite realizar mediciones en pacientes con fibrilación auricular y lesiones regurgitantes asociadas. Cuando el área es  $< 0 =$  de  $1.5\text{cm}^2$  la estenosis se considera severa<sup>(33)</sup>.



**Figura 21:** imagen transgástrica a 0° medición por planimetría de VM , estenosis severa (menor a 1cm<sup>2</sup>)

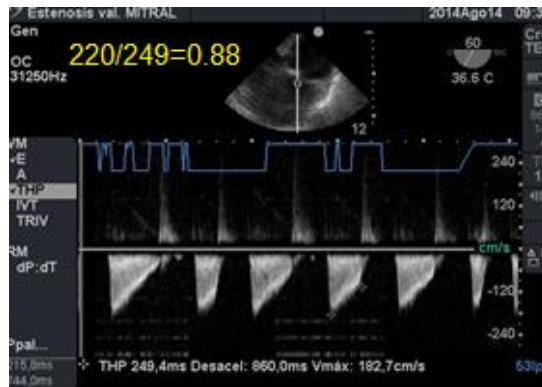
Luego de valorar el daño valvular en 2D, utilizamos el Doppler para estudiar los gradientes transvalvulares máximos<sup>(34)</sup>. Usando la ecuación de Bernoulli es posible determinar los gradientes transvalvulares como una medida de la severidad de la lesión. El gradiente de presión diastólica se mide con Doppler Continuo el “gradiente medio” es el que mejor expresa la gravedad de la enfermedad: leve < de 5mmHg, medio de 5 a 10 severo gradiente medio >de 10mmHg.

La cuantificación del área valvular se realiza por planimetría directa o por el Tiempo de Hemipresión(THP). Este método desarrollado por la Dra. Hatle , establece que el tiempo de caída de la presión diastólica pico a la mitad de su valor inicial, está inversamente relacionado con el área valvular mitral (AVM) :

$$\mathbf{AVM=220/THP}$$

(donde 220 es una constante empírica).<sup>(35)(36)</sup>

El tiempo de hemipresión (THP), (**Figura 22**) también está relacionado con el gradiente inicial y la compliance ventricular. Su medición es confiable, sencilla y rápida.



**Figura 22:** con Doppler Continuo medición y cálculo del área mitral a través del tiempo de hemipresión. Estenosis severa.

Otras técnicas para el cálculo del AVM incluyen la ecuación de continuidad y la aceleración proximal, son menos populares por ser más complejas.

$$\text{Area Mitral} = \frac{\pi r^2 (\text{TSVI}) \times \text{IVT}_{\text{TSVI}}}{\text{IVT}_{\text{mitral}}} = \text{cm}^2$$

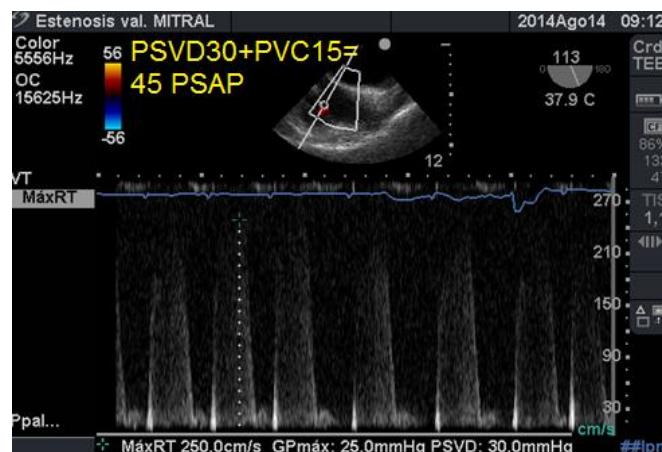
La historia natural de la enfermedad conduce a una disfunción de ventrículo izquierdo (VI) a causa de una restricción funcional causada por la unión del VI a un aparato valvular engrosado e inmóvil. La aurícula izquierda se agranda, se puede ver humo, hiperecogenicidad por ectasia sanguínea (**Figura 23**), lo que conlleva mayor riesgo de formación de trombos, con ETE los trombos en el apéndice auricular izquierda se pueden detectar y planificar así el cierre quirúrgico de la orejuela



**Figura 23:** imagen medioesofágica de 4 cámaras con hiperecogenicidad por ectasia .

La disfunción ventricular derecha (VD), puede estar presente y puede indicar mal pronóstico, es importante en el examen ecocardiográfico<sup>(37)</sup> inicial, documentar no sólo el grado de hipertensión pulmonar sino también la función sistólica del VD (a través de TAPSE y s´tisular).<sup>(38)</sup> <sup>(39)</sup> La medición de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) se realiza a través de la medición de la presión sistólica del VD medida con Doppler Continuo, en el reflujo tricuspídeo (desde la vista ecocardiográfica bicava modificada entre 50° y 70°)(Figura 24); a lo que sumamos la presión de aurícula, presión venosa central (PVC): <sup>(40)</sup><sup>(41)</sup>

$$\text{PSAP} = 4 V^2_{\text{máxima IT}} + \text{Presión}_{\text{aurícula derecha}}$$



**Figura 24:** imagen bicava modificada: medición de la presión sistólica de arteria pulmonar con Doppler continuo en reflujo tricuspídeo.

En EM se debe informar:

- Aspecto de la válvula
- Severidad de la lesión
- Presiones de cavidades derechas y función del Ventrículo Derecho
- Enfermedad de otras válvulas
- Tamaño de la AI. Presencia de trombos en AI y orejuela.

En las siguientes tablas se abarcan los métodos integrales de estudio de Estenosis Mitral (**Tabla 4**) y criterios de severidad (**Tabla 5**).

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Tamaño de Aurícula Izquierda          | Díámetro anteroposterior > 45 mm<br>Excluir trombos                                |
| Planimetría valvular                  | Transgástrico 0° eje corto basal   |
| Tiempo de Hemipresión                 | Con Doppler transvalvular  |
| Gradiente medio Diastólico            | En fibrilación auricular (FA)<br>promedio de 5 latidos                             |
| Presión Sistólica de Arteria Pulmonar | PAPsistólica= $4 \times (\text{Velocidad del reflujo tricuspídeo})^2 + \text{PVC}$ |

**Tabla 4:** Métodos de valoración

| NORMAL=4-6cm <sup>2</sup>       | LEVE | MODERADA | SEVERA |
|---------------------------------|------|----------|--------|
| AVM (cm <sup>2</sup> )          | >1.5 | 1-1.5    | <1     |
| Gradiente Medio Diastólico mmHg | <5   | 5-10     | >10    |
| PAPsistólica mmHg               | < 30 | 30-50    | >50    |
| THP (mseg)                      | <150 | 150-200  | >220   |

**Tabla 5:** Criterios de severidad de la EM

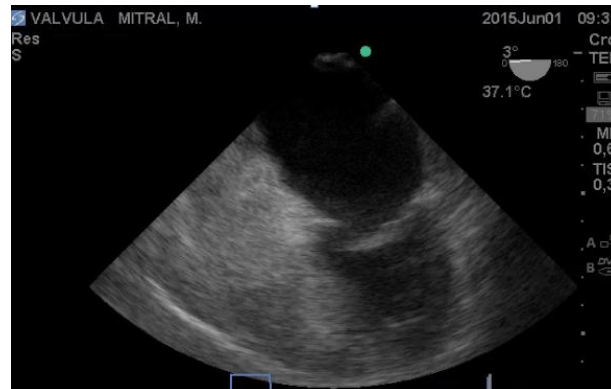
Abreviaturas: AVM: área válvula mitral ; PAP: presión arteria pulmonar; THP: tiempo de hemipresión; PVC: presión venosa central.

## OTRAS UTILIDADES DE ETE

El cirujano accede a la VM por una incisión longitudinal en la pared derecha de la aurícula izquierda, por detrás del septum interauricular , incisión que se extiende desde el techo hacia el piso de la aurícula.

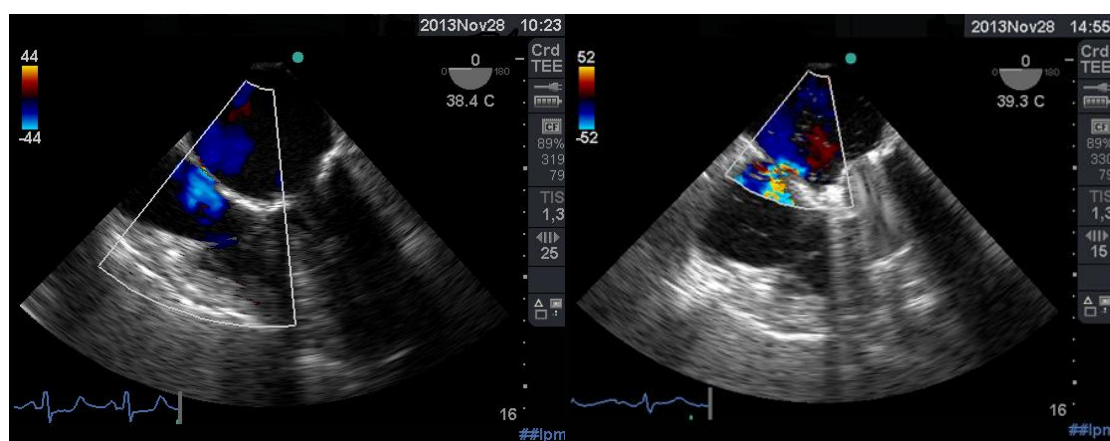


Este es el abordaje más común cuando la aurícula izquierda se encuentra agrandada (más de 5 cm). Si no fuera así, o cuando se interviene por toracotomía mínima, el abordaje puede realizarse a través de la aurícula derecha con sección del septum interauricular. Valoración del tabique interauricular post inducción en búsqueda de Forámen Oval (**Figura 25**) permeable a través de la prueba de las burbujas.



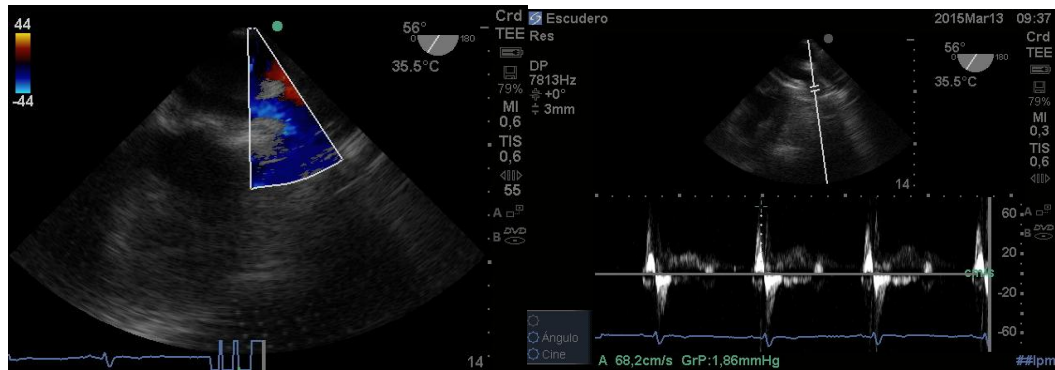
**Figura 25:** imagen 4 cámaras medioesofágico a 0° opacificación de cavidades derechas, sin pasaje de burbujas hacia la AI: ausencia de Forámen Oval permeable.

O de comunicación interauricular (CIA) (**Figura 26**), sobre todo cuando la técnica quirúrgica empleó el abordaje transeptal para la plástica o el recambio valvular<sup>(42)</sup>.

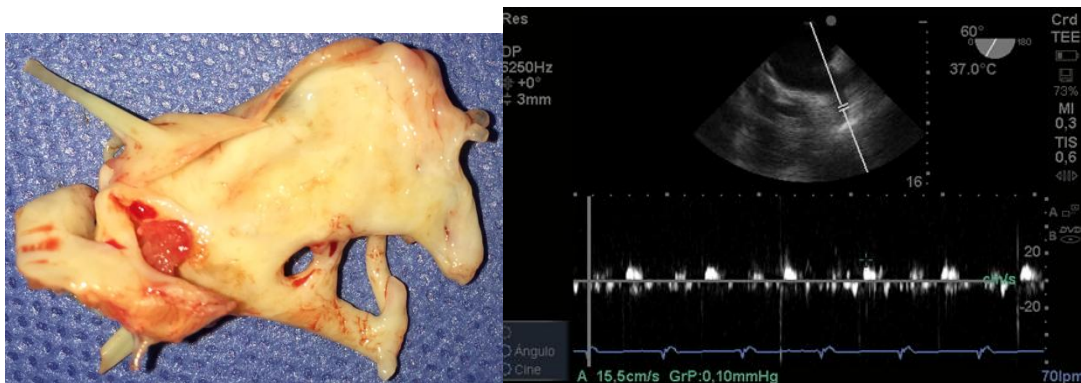


**Figura 26:** Izquierda: medioesofágica 4 cámaras con Doppler Color flujo laminar sin CIA preoperatorio. Derecha: 4 cámaras post operatorio CIA. Doppler Color flujo turbulento.

Análisis de la AI y la orejuela (**Figura 27**), para observar por 2D la ausencia de trombos. Si quedan dudas analizamos con Doppler, primero color, y luego la velocidad de ese flujo con Pulsado donde una velocidad mayor de 20 cm/s garantizan un adecuado flujo sanguíneo (**Figura 28**), una orejuela libre de trombos.<sup>(43)</sup>

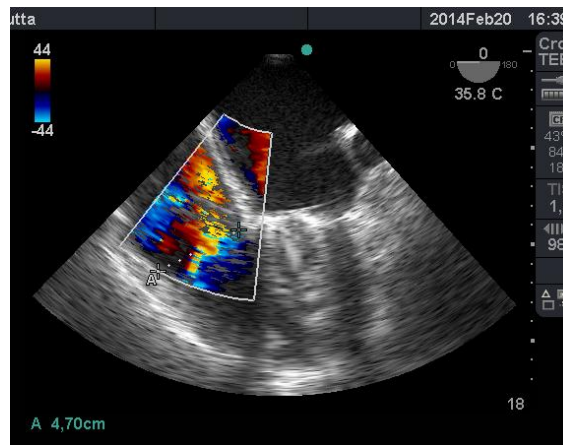


**Figura 27:** Izquierda: 2 cámaras ME Doppler Color Flujo en orejuela AI. Derecha: Doppler Pulsado en orejuela AI flujo normal velocidad de 60cm/s



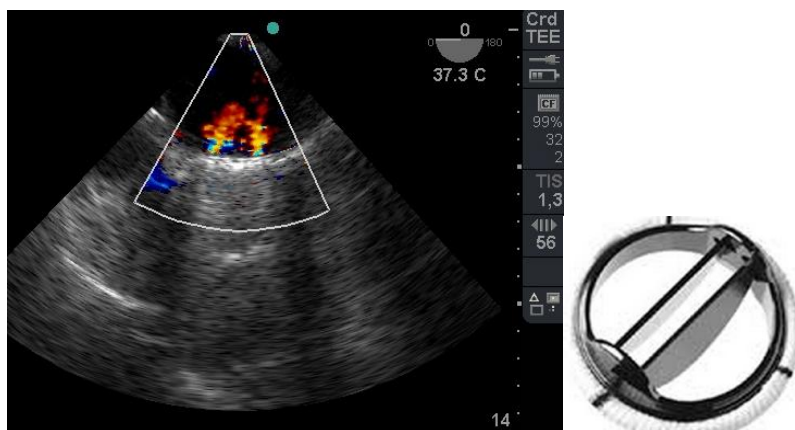
**Figura 28:** Izquierda: trombo en valva anterior de VM. Derecha: con Doppler Pulsado orejuela AI ausencia de flujo baja velocidad:15cm/s

No olvidar de mirar las otras válvulas ya que a veces el completo tratamiento quirúrgico implique la plástica o el recambio de por ejemplo la válvula tricúspide.<sup>(44)</sup> (**Figura 29**) Cuando el anillo mide más de 4cm está indicado su tratamiento:



**Figura 29:** 4 cámaras ME medición del anillo tricuspídeo, más de 4 cm.

El reemplazo valvular puede corresponder a válvula mecánica (**Figura 30**) o biológica (**Figura 31**). Luego de CEC valoraremos la presencia de jets centrales normales y la ausencia de pérdidas periprotésicas, y medimos su gradiente medio.<sup>(45)</sup>

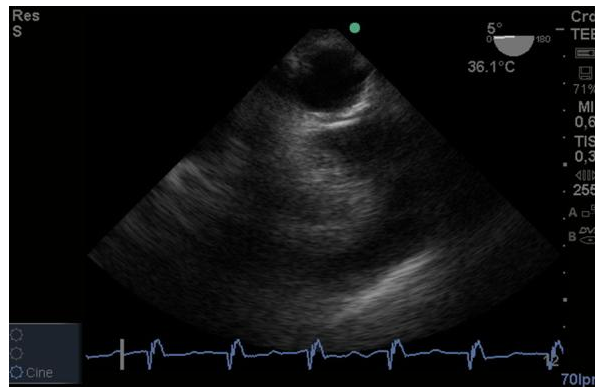


**Figura 30:** 4 cámaras ME Doppler Color 2 jets leves, centrales y normales de regurgitación mitral luego de reemplazo con válvula mecánica. Imagen de VM mecánica bivalva.



**Figura 31:** Zoom en VM (doppler Color) luego de reemplazo. Con válvula biológica trivalva.

En el examen completo de ETE, no debemos olvidar de observar los pulmones,<sup>(46)</sup> en búsqueda de posibles derrames pleurales (**Figura 32**) que pueden ocurrir, en pacientes que ingresan por insuficiencia cardíaca descompensada, y donde su drenaje contribuye indudablemente a la recuperación integral cardio-pulmonar.



**Figura 32:** imagen de aorta torácica en eje corto a 0° y debajo se observa imagen hipogénica correspondiente a derrame pleural izquierdo.

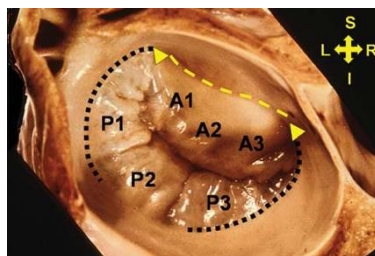
Los tumores (**Figura 33**) como los mixomas, cuando alcanzan gran tamaño se comportan como los grandes imitadores de enfermedades valvulares y cómo en este caso se comporta como EM.



**Figura 33:** Izquierda: ME 4 cámaras tumor. Derecha: tumor mixoma auricular izquierdo entrando al VI en diástole.

Finalmente, la ecocardiografía (**Figura 34**) 3D proporciona imágenes de alta resolución, observando la VM desde la aurícula izquierda

reflejando la misma visión que tiene el cirujano luego de la atriotomía izquierda. <sup>(47)</sup>



**Figura 34:** imagen 3D VM

## CONCLUSIÓN

La ETE, es un excelente monitor, imprescindible, para valorar la correcta reparación de la VM. Puede esclarecer la lesión valvular, el grado de afectación, y su mecanismo.

La reparación de la VM siempre es preferible al recambio valvular, debido a una menor mortalidad operatoria y evitar así las complicaciones inherentes a las válvulas protésicas que tienen a largo plazo.

Como anestesiólogos contamos con un gran monitor, pudiendo ver en tiempo real y en forma integral el corazón y los pulmones. Como parte del equipo quirúrgico podemos contribuir en mejorar los resultados quirúrgicos.

### Bibliografía:

1. Murphy PM. Intraoperative transesophageal echocardiography is a cost-effective strategy for cardiac surgical procedures. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1997;11(2):246-9.
2. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, Stewart WJ, Weiss RL, Mark JB, et al. ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography

examination: recommendations of the American Society of Echocardiography Council for Intraoperative Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiology Task Force for Certification in Perioperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg* 1999; 89:870-84.

3. Michel-Cherqui M, Ceddaha A, Liu N, Schlumberger S, Szekely B , Brusset A, et al. Assessment of systematic use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery in adults: a prospective study of 203 patients. *J Cardiothoracic Vasc anesth* 2000;14 (1) 45-50.

4. Fox J, Glas K, Swaminathan M, Shernan S. The impact of intraoperative echocardiography on clinical outcomes following adult cardiac surgery. *Semin Cardiothoracic Vasc anesth* 2005;9 (1):25-40.

5. Kihara C, Murata K, Wada, Y, Hadano Y, Ohyama R, Okuda S, et al. Impact of intraoperative transesophageal echocardiography in cardiac and thoracic aortic surgery: experience in 1011 cases. *J Cardiol* 2009; 54:282-8.

6. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Barón-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 J Cardiothorac Surg*. 2012 Oct;42(4):S1-44.

7. Reeves S T, Finley A C, Skubas N J, Swaminathan M, Whitley WS, Glas KE, et al. Basic perioperative transesophageal echocardiography: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr* 2013; 26: 443-56.

8. Sutton MG, Maniet AR. *Mitral Valve Transesophageal Echocardiography*. London; Taylor & Francis: 2006.

9. Castillo J G, Solis J, González-Pinto A, Admas DH. Ecocardiografía quirúrgica de la válvula mitral. *Rev Esp Cardiol* 2011; 64 (12): 1169-81.

10. Faletra FF, *Echocardiography in mitral valve disease*. Milán; Springer-Verlag: 2012.

11. Flachskampf FA, Badano L, Daniel WG, Feneck RO, Fox KF, Fraser AG et al. Recommendations for transoesophageal echocardiography: update 2010. *European journal of Echocardiography* 2010; 11, 557-76.
12. García Fernández M A, Gómez de Diego J J. Guía de Cuantificación en Ecocardiografía. Ed Momento Médico . Salerno (Italia) 2011 pages 91-97
13. Savage R M, Aronson S, Shernan SK. *Comprehensive textbook of perioperative transesophageal echocardiography*. 2nd ed. Philadelphia ,USA; Lippincott: 2011.
14. Matyal R, Skubas N J, Shernan S K, Mahmood F. Perioperative Assessment of Diastolic Dysfunction. *Anesth Analg* 2011; 113, 3 , 449-72.
15. Denault AY, Coutre P, Tardif JC, Buithieu J. *Transesophageal echocardiography multimedia manual: a perioperative transdisciplinary approach*. New York: Marcel Dekker; 2005.
16. Kreindel M S, Schiavone W A, Lever H M, Cosgrove D. Systolic anterior motion of the mitral valve after Carpentier ring valvuloplasty for mitral valve prolapse. *Am J Cardiol* 1984; 4: 825-8.
17. Savage R, Correia R. Echocardiography. In: Konstant S, Shernan S, Oka Y. *Clinical transesophageal echocardiography a problem-oriented approach*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins: 2003. P.379-99.
18. Mantilla R, Legarra JJ, Pradas G. Intervencionismo coronario en la oclusión iatrogénica de circunfleja tras anuloplastia. *Rev Esp Cardiol* 2004, 57: 702-4.
19. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3<sup>a</sup>, Guyton RA, et al. AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014;10;63(22):e57-185.
20. Sfeir P M, Jebara V A, Ayoub M. Mitral valve repair o replacement in elderly people. *Curr Opinion Anaesthesiol* 2006; 19: 82-87.
21. Restrepo G, Lowenstein J, Gutierrez-Fajardo P, Vieira M. *Ecocardiografía e imagen cardiovascular en la práctica clínica*. Bogotá, Colombia; Distribuna Editorial Médica:2015.
22. Abhayaratna WP, Seward JB, Appleton CP, Douglas PS, Oh JK, Tajik AJ, Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J Am Coll Cardiol* 2006 47;12: 2357-63.



23. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, Chambers JB, Evangelista A, Griffin BP, et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr* 2009; 10: 1-25.
24. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, Chambers JB, Evangelista A, Griffin BP, et al. Echocardiography assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for Clinical Practice. *J Am Soc Echocardiogr* 2009; 22 (1):1-23. Erratum in: *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22(5):442.
25. Abbas AE, Fortuin FD, Schiller NB, Appleton CP, Moreno CA, Lester SJ. A simple method for noninvasive estimation of pulmonary vascular resistance. *J Am Coll Cardiol* 2003;41(6): 1021-7.
26. Soliman D, Bolliger D, Skarvan K, Kaufmann BA, Lurati Buse G, Seeberger MD. Intraoperative assessment of pulmonary artery pressure by transesophageal echocardiography . *Anaesthesia* 2015; 70: 264-271.
27. Mahmood F, Warraich HJ, Shahul S, Qazi A, Swaminathan M, Mackensen GB, et al. En face view of the mitral valve: definition and acquisition . *Anesth Analg* 2012;115: 779-84.
28. García Fernández M A, Gómez de Diego J J. Guía de cuantificación en ecocardiografía. Salerno, Italia; Momento Médico: 2011.
29. Moya J L, Darriba-Pollán J, García -Lledó A, et al. Estimación de la severidad de la insuficiencia mitral según un método simplificado basado en el flujo de convergencia proximal. *Rev Esp Cardiol* 2006; 10:1019-25.
30. Kodavatiganti R. Intraoperative assessment of the mitral valve by transesophageal echocardiography: an overview. *Ann Card Anaesth* 2002;5(2):127-34.
31. Restrepo G, Lowenstein J, Gutierrez-Fajardo P, Vieira M. Ecocardiografía e imagen cardiovascular en la práctica clínica. Bogotá, Colombia; Distribuna Editorial Médica: 2015.
32. Abhayaratna W, Seward J B, Appleton C P. Left atrial Size: physiologic determinants and clinical applications. *J Am Coll Cardiol* 2006 47;12: 2357-63.



33. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr*. 2009; 10: 1-25.
34. Gill EA, Pittenger B, Otto CM. Evaluación de la severidad y decisiones quirúrgicas en las valvulopatías. *Rev Esp Card* 2003; 56:900-14.
35. Hatle L, Brubakk A, Tromsdal A. Noninvasive assessment of pressure drop in mitral stenosis by Doppler ultrasound. *Br Heart J* 1978; 40:131-134
36. Thomas J D, Weyman A E. Doppler mitral pressure half-time: a clinical tool in search of theoretical justification. *J Am Coll Cardiol* 1987; 10: 923-9.
37. Haddad F, Couture P, Tousignant C, Denault A Y. The Right Ventricle in Cardiac Surgery, a Perioperative Perspective: I. Anatomy, Physiology, and Assessment. *Anesth Analg* 2009; 108:407-21
38. Rudski L G, Lai W W, Afilalo J. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right Heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23:685-713.
39. Bartels K, Karhausen J, Sullivan B, Mackensen GB. Update on perioperative right heart assessment using transesophageal echocardiography. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2014; 18 (4): 341-51.
40. Abbas A E, Fortuin D, Schiller N B. A simple method for noninvasive estimation of pulmonary vascular resistance. *J of Am College of Cardiol* 2003; 41(6): 1021-7.
41. Soliman D, Bolliger D, Skarvan K. Intraoperative assessment of pulmonary artery pressure by transesophageal echocardiography. *Anaesthesia* 2015; 70: 264-71.
42. Silvestry F E, Cohen M S, Armsby L B. Guidelines for the echocardiography assessment of atrial septal defect and patent

foramen ovale: from the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. J Am Soc Echocardiogr 2015; 28. 910-58.

43. Agmon Y, Khandheria B K, Gentile F. Echocardiography assessment of the left atrial appendage. J Am Coll cardiol 1999;34: 1867-77.

44. Kuwaki K, Morishita K, Tsukamoto M. Tricuspid valve surgery for functional tricuspid valve regurgitation associated with left-sided valvular disease. Eur J Cardiothorac Surg 2001; 20: 577-82.

45. Zoghbi WA, Chambers JB, Dumesnil JG, Foster E, Gottdiener JS, Grayburn PA, et al. Recommendations for Evaluation of Prosthetic Valves With Echocardiography and Doppler Ultrasound. J Am Soc Echocardiography .2009 975-1014.

46. Tsubo T, Sakai I, Suzuki A. Density detection in dependent left lung region using transesophageal echocardiography. Anesthesiology 2001; 94:793-8.

47. Mahmood F, Warraich H J, Shahul S. En face view of the mitral valve: definition and acquisition. Anesth Analg 2012;115: 779-84.

---