

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE
ANTROPOLOGÍA FÍSICA

**ESTUDIO DE LA VÁLVULA MITRAL Y SU
VARIABILIDAD MEDIANTE LA ECOGRAFÍA
TRIDIMENSIONAL PREVIO A LA
REPARACIÓN QUIRÚRGICA**

DOCTORANDO

Rocío García Orta

GRANADA 2011

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Rocío García Orta
D.L.: GR 526-2012
ISBN: 978-84-694-1333-3

Directores de tesis

José Azpitarte Almagro

Doctor en Medicina por la Universidad Complutense de Madrid

Miguel Angel García Fernández

Doctor en Medicina por la Universidad Complutense de Madrid

Miguel E. Botella Lopez

Doctor en Medicina por la Universidad de Granada.

Agradecimientos

-Al Dr José Azpitarte, por transmitirnos la importancia de la valoración clínica y del sentido común en el manejo del paciente cardiológico, y por la orientación y revisión del manuscrito.

-Al Dr Miguel Angel García-Fernández, por su permanente inquietud e iniciativa. Por introducirme en el campo de la ecocardiografía tridimensional y por su generosidad y confianza a lo largo de todos estos años para colaborar con él en distintos proyectos científicos relacionados.

-A la Dra Mar Moreno, por su gran capacidad de trabajo y por su ejemplo tanto en el plano personal como en el profesional.

-Al Dr Miguel Botella por su impulso a la propuesta de investigación, su revisión crítica del trabajo y sus ricas aportaciones.

-A las doctoras Matilde Vidal y Maria Fuensanta Ruiz, por su extensa colaboración en este estudio y sin las que este proyecto de investigación no habría sido posible.

-A los compañeros del laboratorio de ecocardiografía, Dr Oyonarte, Dra González- Molina y Dra Lopez, por su colaboración activa en el proyecto y su apoyo en todo momento.

-A resto de componentes del servicio de cardiología, que participan todos en la selección de estos pacientes, la indicación quirúrgica y la revisión de los mismos.

-A los cirujanos cardiacos: Dr Teodoro Moreno, por su confianza y apoyo desde el comienzo del estudio y por la organización de la cirugía en función del mismo. Al Dr Juan Lara, responsable de la reparación valvular, por su entrega al trabajo y por su enorme disponibilidad. A los Dres Antonio Santalla y Salvador López-Checa, responsables de la cirugía de reemplazo, por estar siempre dispuestos a colaborar y por su buen trabajo.

-Al resto del servicio de cirugía cardiaca por su colaboración en el mismo.

-Al servicio de cuidados intensivos, por su labor con estos pacientes en el postoperatorio inmediato y en el manejo de sus complicaciones.

-A las enfermeras Teresa Serrano y Matilde Casado, por estar siempre dispuestas a ayudar en todo lo que se les pide, y por ello imprescindibles en éste y cualquier proyecto.

-A la auxiliar Pepa Coronil, por estar siempre dispuesta a saltarse “lo programado” y aceptar el trabajo extra que este estudio ha supuesto.

-A mis padres, por su convencimiento de la importancia de una tesis de investigación y su estímulo permanente para realizarla.

-Al Dr Eduardo Moreno, principal colaborador y revisor de éste y del resto de mis proyectos y por su apoyo en todo lo que emprendo.

"Cuando creíamos que teníamos todas las respuestas, de pronto, cambiaron todas las preguntas"

M. Benedetti

A Marta, Pablo y Carmen.

INDICE

1. INTRODUCTION.....	1
2. MARCO TEÓRICO	5
Reparación valvular mitral	
1. Insuficiencia mitral	5
2. Consideraciones acerca del momento e indicación de la cirugía de la insuficiencia mitral	7
3. Reparación valvular mitral	
3.1 Antecedentes.....	9
3.2 Condiciones para la reparabilidad; causa de la insuficiencia y anatomía.....	10
3.2.1 Causa de la insuficiencia mitral	
3.2.2 Características anatómicas	
3.3 Evolución a largo plazode la reparación mitral.....	11
4. Reemplazo valvular mitral.....	12
5. Reparación frente a reemplazo.....	12
5.1 Ventajas de la reparación	
5.2 Reparación frente a reemplazo en disfunción ventricular izquierda	
5.3 Reparación frente a reemplazo mitral asociada a Reemplazo valvular aórtico	
6. Evaluación ecocardiográfica pre-operatoria de la válvula mitral.....	16
6.1 Mecanismo de la regurgitación.....	18
6.1.1 movimiento excesivo de velos	
6.1.2 movilidad restringida	
6.1.3 movilidad normal	
6.2 Causas de regurgitación inusuales o múltiples.....	21
7. Precisión de la ecocardiografía bidimensional en el análisis morfológico de la válvula mitral.....	22
8. Relación entre el estudio ecocardiográfico y la cirugía mitral.....	24

Ecocardiografía tridimensional

1. Ecocardiografía tridimensional. Obtención de imágenes tridimensionales y aplicaciones concretas.....	26
1.1 Proceso de obtención de imágenes tridimensionales	
1.2 Aplicaciones concretas	
2. Ecocardiografía tridimensional en la valoración morfológica de la válvula mitral	
2.1 Introducción.....	33
2.2 Valoración valvular mitral previa a cirugía reparadora.....	34
2.3 Anatomía funcional tridimensional valvular mitral.....	36
2.4 Geometría tridimensional del anillo en la insuficiencia mitral.....	40
2.5 Correlación de la ecocardiografía tridimensional con los hallazgos anatomicos	43
2.6 Metodología del estudio 3d de la válvula mitral.....	45
2.7 Estudios comparativos eco bi y tridimensional en insuficiencia mitral.....	48
2.8 Ecocardiografía tridimensional en tiempo real.....	51
2.9 Ecocardiografía tridimensional en tiempo real transesofágica.....	54
3. Ecocardiografía tridimensional en la insuficiencia mitral secundaria	55
3.1 Diferencias miocardiopatía dilatada/isquémica y según la localización del infarto.....	60
3.2 Nuevos parámetros	62
4. Valoración del flujo de regurgitación mediante ecocardiografía tridimensional.....	63
4.1 Cuantificación de flujos mediante ecografía tridimensional.....	65
Volumen regurgitante	
Flujo de convergencia proximal	
Orificio regurgitante	
Vena contracta	
5. Limitaciones de la ecocardiografía tridimensional.....	72
6. Consideraciones acerca de la ecocardiografía tridimensional y la reparación valvular mitral.....	73

3. METODOLOGÍA 75

1. Diseño
2. Sujetos de estudio
3. Valoración clínica y pruebas complementarias
4. Estudio ecocardiográfico preoperatorio
5. Recomendación preoperatoria
6. Datos del postoperatorio y seguimiento
7. Variables de estudio
 - 7.1 Clínicas
 - 7.2 Ecocardiográficas
 - 7.3 Quirúrgicas
 - 7.4 Hospitalarias
 - 7.5 De revisión
8. Análisis de los datos
9. Análisis estadístico

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 90

5. RESULTADOS	91
1. Características de la población	91
1.1 Procedencia	
1.2 Características demográficas y perfil cardiovascular	
2. Estudio ecocardiográfico preoperatorio	93
1.1 Grupo reparación valvular mitral	
1.2 Grupo sustitución valvular mitral	
1.3 Estudio tridimensional	
3. Resultados de la intervención	102
1.1 Grupo reparación	
1.1.1 Tipo de cirugía y técnicas de reparación	
1.1.2 Resultado intraoperatorio	
1.1.3 Evolución hospitalaria	
1.1.4 Mortalidad	
1.2 Grupo sustitución	
1.2.1 Tipo de cirugía	
1.2.2 Evolución hospitalaria	
1.2.3 Mortalidad	
4. Estudio comparativo entre el análisis valvular por ecocardiografía y la visión quirúrgica	107
1.1 Concordancia entre los estudios 2d y 3d y la cirugía	
1.2 Discordancia entre la cirugía y el estudio ecocardiográfico	
1.3 Anatomía valvular en relación al fallo de la reparación y necesidad de una prótesis intraoperatoria	
1.4 Concordancia intra e interobservador	
5. Seguimiento	118
1.1 Grupo reparación	
1.2 Grupo sustitución	

6. DISCUSIÓN 122

1. Concordancia entre los estudios ecocardiográficos y la cirugía
2. Necesidad de prótesis intraoperatoria
3. Variabilidad intra e interobservador
4. Limitaciones de la ecocardiografía tridimensional
5. Ecocardiografía transesofágica 3d frente a ecografía transtorácica 2 o 3d
6. Reparación valvular
7. Estudio valvular del grupo de pacientes reparados
8. Resultados de la reparación
9. Decisión quirúrgica
10. Sustitución valvular mitral
11. Función ventricular izquierda
12. Limitaciones del estudio

7. CONCLUSIONES 135

8. BIBLIOGRAFÍA..... 136

INTRODUCTION

Mitral repair surgery has become the technique of choice for the treatment of mitral valve insufficiency. Patients with severe mitral insufficiency should undergo surgery according to classic criteria when they exhibit symptoms attributable to valve disease or there are objective data on left ventricular dysfunction.

Experience in centres of excellence has demonstrated superior surgical and long term outcomes with valve repair versus valve replacement, leading them to consider repair surgery in patients prior to their presentation of ventricular dysfunction or symptoms. Nonetheless, the outcomes of this technically complex intervention have been achieved in international reference centres, and their reproducibility in other institutions must be verified.

The current reality in our country is that an inadequate percentage of patients undergo repair, and mechanical prosthesis implantation is the most frequent intervention.

The promotion of repair techniques is based on a multidisciplinary approach, with a protocolized patient selection, a precise pre-operative echocardiographic assessment of valve involvement, a surgical team with training and interest in repair, echocardiographic support during the surgery, and a close clinical and echocardiographic follow-up.

It is therefore important to verify that the following conditions are fulfilled in our centres: (a) low surgery risk in patients with mild symptoms and normal ventricular function; (b) a precise pre-operative echocardiographic identification of valves that can be successfully repaired; and (c) good early and long-term outcomes of repair surgery.

We believe that the indications and management of these patients in centres of excellence cannot be directly extrapolated without a careful analysis of outcomes in our centres, especially given the limited experience of Spanish groups in this field in comparison to international groups and the shortage of relevant data in Spanish registries or published series (1-6).

The possibilities of mitral valve repair depend on the nature of the involvement. The type of disease affects not only the feasibility of repair and the timing of surgical indication (7) but also operative mortality and long-term survival (8). Hence, an accurate determination of the anatomy and function of the affected valve is critical for the surgical decision-making in these patients.

Surgery can be indicated at an early stage, before the patient develops left ventricular symptoms or involvement, when the morphological and functional characteristics of the valve indicate a high likelihood of successful repair.

Two-dimensional (2-D) transthoracic and transesophageal echocardiography is an accurate diagnostic technique for the assessment of mitral valve insufficiency. Its main limitations are the high degree of experience required in this specific field and its limited diagnostic accuracy in cases with more complex valve involvement, e.g. bileaflet involvement, multiple regurgitation mechanisms, extensive valve disease, apposition defects without evident coaptation changes, and commissure disease. These cases require more complex surgery and the outcomes are less predictable.

These limitations of 2-D echocardiography could be overcome by three-dimensional (3-D) echocardiography, one of the fields currently attracting greatest research and development interest in this discipline. The visualization of the mitral valve offered by this modality is very close to reality, relatively easy to understand and similar to the surgeon's view in the operative field.

Although several studies have shown the advantages of this technique in the morphofunctional assessment of the valve, there has been little information on the role of 3-D echo in the assessment of mitral valve morphology and function in candidates for valve repair.

We believe that mitral repair surgery can be performed in a significant percentage of patients in our setting and can offer advantages over valve replacement surgery.

However, a previous and detailed study of the anatomical and functional characteristics of the valve is essential to establish its reparability. In this regard, we consider that 3-D echocardiography can be applied for the routine perioperative assessment of the mitral valve and offers additional information to that obtained with 2-D echocardiography.

The objectives of our study were to compare 2-D and 3-D echocardiography in the assessment of mitral insufficiency and to investigate the usefulness of 3-D information in the design of repair surgery. A further objective was to assess the performance and applicability of repair techniques in our setting and to compare the outcomes with those of valve replacement.

For this purpose, a prospective cohort study was carried out in all patients referred to our Cardiovascular Surgery Department for severe mitral insufficiency with a surgical indication during a 30-month recruitment period.

The reference area of our unit includes the provinces of Granada and Almeria, with a total population of around 1,500,000 inhabitants. In addition, patients from other provinces of Andalusia are sometimes referred to our unit for mitral repair surgery.

Preoperative transthoracic and transesophageal echocardiography with 3-D acquisition was performed. The localization, extension, mechanism and severity of mitral insufficiency was systematically examined with 2-D and 3-D echocardiography and compared with intraoperative observations.

The decision to perform repair or replacement was based on the echocardiographic and operative findings. Post-operatively, the patients were subjected to medium-term clinical and echocardiographic follow-up.

MARCO TEÓRICO

REPARACIÓN VALVULAR MITRAL

1. INSUFICIENCIA MITRAL

La insuficiencia mitral se caracteriza por una inversión anómala del flujo de sangre desde el ventrículo izquierdo hacia la aurícula izquierda durante la sístole debido a la existencia de alteraciones en el aparato mitral.

En la actualidad, el prolapso de las valvas de la válvula mitral en la aurícula izquierda durante la sístole bien por la enfermedad de Barlow, bien por degeneración fibroelástica, constituye la causa más frecuente de insuficiencia mitral, seguida de la cardiopatía isquémica. Otra causa importante en nuestro medio sigue siendo la secundaria a valvulitis reumática. Otras posibles causas son la endocarditis infecciosa, la calcificación del anillo mitral, la miocardiopatía hipertrófica, los traumatismos, enfermedades del tejido conjuntivo y cardiopatías congénitas. Se han publicado casos de insuficiencia mitral secundarios a anorexígenos que ya no se fabrican.

La competencia de la válvula mitral depende de la normalidad de la estructura y la función de todas las partes del aparato mitral, es decir, valvas, cuerdas tendinosas, anillo, aurícula izquierda, músculos papilares y miocardio del ventrículo izquierdo adyacente a los músculos papilares.

En la insuficiencia mitral, la coaptación anómala de las valvas de la mitral crea un orificio de regurgitación durante la sístole. El gradiente de presión sistólica entre el ventrículo y la aurícula izquierdos es la fuerza que dirige el flujo de regurgitación, que origina un volumen de regurgitación. Este volumen de regurgitación representa un porcentaje de la eyección total del ventrículo y se puede expresar como fracción de regurgitación. El volumen de regurgitación crea una sobrecarga volumétrica al introducirse en la aurícula izquierda durante la sístole y en el ventrículo izquierdo durante la diástole, modificando la carga y función del ventrículo debido a su efecto aditivo sobre el gasto sistólico del mismo.

En la insuficiencia mitral aguda, la carga hemodinámica es diferente. Las alteraciones súbitas impuestas por la insuficiencia mitral sobre las cámaras normales no permiten la dilatación compensadora de la aurícula y el ventrículo izquierdos. En consecuencia tienen lugar elevaciones importantes de las presiones de aurícula izquierda y venosa pulmonar, pudiendo causar un edema pulmonar agudo.

La disfunción ventricular es una complicación frecuente y de muy mal pronóstico en la insuficiencia mitral; su mecanismo preciso es desconocido. Las alteraciones en la contractilidad de las fibras musculares evolucionan en paralelo con los cambios en la función global del ventrículo izquierdo, y están asociados a una reducción de la cantidad de las propias fibras. Durante la diástole, la relajación del ventrículo izquierdo es anómala, pero en general la rigidez de la cámara está disminuida. La edad y la disminución de la función sistólica se acompañan de un incremento en la rigidez de la cámara.

A menudo, los pacientes con insuficiencia mitral se encuentran asintomáticos. Incluso un grado grave de insuficiencia puede acompañarse de mínimos síntomas. Los más frecuentes son la fatiga y la disnea leve de esfuerzo, que mejoran rápidamente con el reposo, pero pueden evolucionar a ortopnea, disnea paroxística nocturna y edema periférico.

A menudo en la historia clínica existen datos relativos a la etiología, por ejemplo antecedentes de angina/infarto de miocardio, carditis reumática, endocarditis infecciosa, insuficiencia cardíaca crónica con dilatación cardíaca o inicio súbito de la sintomatología grave en pacientes con corazón de tamaño normal.

La insuficiencia mitral crónica produce un aumento del tamaño de aurícula y ventrículo izquierdos, que se puede manifestar por aumento de las ondas P y del complejo QRS en el electrocardiograma, así como por aumento de estas cavidades manifestado en la radiografía torácica. Es sin embargo la ecocardiografía doppler la prueba diagnóstica por excelencia; ayuda en la definición de la etiología de la misma, en la determinación de su gravedad y determina sus consecuencias sobre las dimensiones y función de ventrículo izquierdo, tamaño de aurícula izquierda, presión pulmonar y repercusión sobre las cavidades derechas.

Dada la naturaleza imprecisa de la evaluación del grado de regurgitación, no se ha definido adecuadamente la evolución de la insuficiencia mitral. Los pacientes con un grado leve y de etiología reumática suelen presentar un buen pronóstico, así como aquellos pacientes con prolapso y con insuficiencia leve o inexistente.

Los factores predictivos de una evolución desfavorable en pacientes sometidos a tratamiento médico son la sintomatología grave (clases de la NYHA (New York Heart Association) III o IV, la hipertensión pulmonar, el incremento importante en el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, la disminución del gasto cardíaco y la reducción de la fracción de eyección ventricular izquierda.

En cuanto al tratamiento quirúrgico, la sustitución de la válvula mitral con disección del aparato subvalvular fue en su día el único abordaje quirúrgico posible de la insuficiencia mitral. La reducción postoperatoria de la función del ventrículo izquierdo y la insuficiencia cardiaca congestiva eran una secuela frecuente. La conservación de las cuerdas tendinosas dejando las estructuras valvulares intactas ha demostrado reducir el volumen del ventrículo izquierdo y la tensión de la pared en el postoperatorio, y es actualmente la técnica de elección.

El éxito creciente de la reparación de la válvula mitral ha reducido enormemente la morbilidad asociada a la insuficiencia mitral grave. Técnicas cada vez menos invasivas reducirán aún más la morbilidad.

2. CONSIDERACIONES ACERCA DEL MOMENTO E INDICACIÓN DE LA CIRUGÍA DE LA INSUFICIENCIA MITRAL

El momento óptimo para indicar una cirugía correctora en la insuficiencia mitral crónica depende de varios factores, que incluyen la severidad de la valvulopatía, la presencia o ausencia de síntomas, el estado funcional del ventrículo izquierdo, la posibilidad de reparación valvular, la presencia de fibrilación auricular o hipertensión pulmonar y las preferencias y expectativas del paciente. No existen estudios aleatorizados comparando el tratamiento médico con la cirugía en pacientes con indicación para la misma. Sin embargo, en estudios observacionales con análisis multivariante se ha observado una mejoría sintomática y un aumento en la supervivencia tras la cirugía (9,10).

La cirugía correctora mitral se plantea en estos pacientes sólo en aquellos casos con insuficiencia severa, determinada habitualmente por ecocardiograma doppler.

Los pacientes con insuficiencia mitral severa que presentan evidencia de disfunción sistólica del ventrículo izquierdo (fracción de eyección < 55-60% y diámetro telesistólico > 45 mm), deben ser operados, independientemente de la presencia o no de síntomas.

Los pacientes con síntomas atribuibles a la valvulopatía (en clase II, III o IV de la NYHA (New York Heart Association) deben ser considerados para cirugía independientemente de la función y diámetros del ventrículo izquierdo. Siempre que sea posible, debe considerarse la reparación valvular. Pacientes con síntomas severos y fracción de eyección severamente deprimida (< 30%), deben en general ser tratados médicamente.

Los pacientes con insuficiencia mitral severa no isquémica, asintomáticos o ligeramente sintomáticos (en clase funcional NYHA I-II) y sin signos de disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, pueden ser seguidos médica y ecocardiográficamente cada 3 a 6 meses. Si desarrollan dilatación auricular progresiva (>50 mm), fibrilación auricular o hipertensión pulmonar (> 50 mm en reposo o > 60 mmHg con ejercicio), o tienen un orificio regurgitante ≥ 40 mm², pueden ser considerados para cirugía valvular, especialmente si son candidatos a reparación y la cirugía se realiza en centros experimentados (11-17)

La espera con seguimiento muy cercano de los pacientes asintomáticos que no cumplen las recomendaciones clásicas de la cirugía valvular mitral ha mostrado en algún estudio similar supervivencia a la esperada en pacientes con prolapso o flail valvular mitral (18).

En la toma de decisión de la indicación quirúrgica del paciente asintomático, los buenos resultados de la cirugía reparadora y las ventajas mostradas frente al reemplazo de los grupos con mayor experiencia, les han llevado a plantear la cirugía reparadora antes del desarrollo de síntomas o de signos de disfunción del ventrículo, incluso en ausencia de otros factores de riesgo, siempre que *a priori* las probabilidades de reparación valvular sean muy elevadas y de que los resultados quirúrgicos sean excelentes (11,12, 19-21). Esta actitud debe ser ponderada y revisada en cada centro en función de sus características y resultados.

3. REPARACIÓN VALVULAR MITRAL

3.1 Antecedentes- (22)

Los inicios del tratamiento quirúrgico de la válvula mitral comienzan en 1902, cuando Sir Lauder Brunton, frustrado por el pronóstico mórbido de los pacientes con estenosis mitral sugiere la posibilidad de una valvulotomía quirúrgica transventricular (23). Allen y Graham realizan una valvulotomía en animales, usando un cardioscopio para visualizar la válvula sin parada circulatoria (24).

En 1923, Cutler y Levine realizan la primera comisurotomía transventricular con un cuchillo de tenotomía en una niña de 12 años con estenosis mitral en estado terminal (25). Se recuperó y vivió 4 años más, hasta su muerte por una neumonía neumocócica. Sin embargo los siguientes seis pacientes no sobrevivieron al procedimiento, por lo que fue abandonado.

Dos años más tarde, Souttar trata con éxito una lesión estenótica mediante dilatación digital. Esta técnica cerrada se consolida como la preferida en los años posteriores a la segunda guerra mundial.

Posteriormente, el revolucionario descubrimiento de la circulación extracorpórea por Gibbon (1954) permite la transición de la manipulación ciega de la válvula a su visualización directa, lo que promueve el inicio de las técnicas de reparación de la insuficiencia mitral con la primera anuloplastia llevada a cabo por Lillehei en 1957 (26).

Sin embargo la aparición de las válvulas protésicas en 1961 convierte a las mismas en el tratamiento de elección de la insuficiencia mitral durante la década posterior, en parte por la relativa simplicidad de la implantación, y por otro lado por la promesa de su gran durabilidad.

Algunos cirujanos a pesar de ello continuaron creyendo en la superioridad de la reconstrucción de la válvula nativa, y siguieron desarrollándose las técnicas de reparación. La aparición de los anillos protésicos (Carpentier 1971, Duran 1976) y la estandarización de las técnicas de reconstrucción valvular permitieron un uso más amplio de la reparación mitral y una extensión de las indicaciones para escoger la reparación frente al reemplazo valvular.

Así hoy en día, en un gran número de los centros de mayor prestigio en cirugía cardiovascular del mundo, la filosofía del tratamiento quirúrgico de la válvula mitral ha evolucionado favoreciendo la reparación frente al reemplazo en todos los casos en que ésta es factible.

Las técnicas de reconstrucción mitral han mejorado y se han estandarizado en la última década. Se han desarrollado paralelamente las técnicas de preservación miocárdica intraoperatorias, permitiendo al cirujano disponer del tiempo necesario para una reparación adecuada.

3.2 Condiciones para la reparabilidad: causa de la regurgitación y características anatómicas

3.2.1 Causa de la IM

La posibilidad de reparar una válvula está relacionada con la causa anatómica de la insuficiencia, a diferencia del reemplazo valvular. Según dicha causa, la probabilidad de reparación, la mortalidad operatoria y la supervivencia presentaron claras diferencias en la experiencia del grupo de la clínica Mayo (8).

- **Prolapso valvular mitral:** tuvo una mortalidad operatoria del 1.7% y 90% de los pacientes fueron reparados. La supervivencia a cinco años fue del 86% y la tasa de insuficiencia cardiaca a los cinco años fue del 13%.
- **Orgánica,** diferente al prolapso (reumática, endocarditis, miscelánea) tuvo una mortalidad operatoria del 5.7% y 63% fueron sometidas a reparación. La supervivencia a cinco años fue del 69% y la tasa de insuficiencia cardiaca a los cinco años fue del 16%.
- **Isquémica o funcional :** tuvo una mortalidad operatoria del 16% y 75% de los pacientes fueron reparados. La supervivencia a cinco años fue del 50% y la tasa de insuficiencia cardiaca a los cinco años fue del 38%.

3.2.2 Características anatómicas

Las características estructurales de la válvula mitral son también determinantes a la hora de decidir entre reparación o reemplazo valvular. La ecocardiografía permite determinar una serie de factores que apoyan la selección de uno u otro procedimiento. Criterios que podrían favorecer la reparación son por ejemplo, una calcificación limitada de velos y anillo, la ausencia de un prolapso severo de ambos velos, la dilatación anular aislada, las perforaciones valvulares y una rotura incompleta de músculo papilar. Frente a éstas, se indicaría en general reemplazo valvular ante una calcificación o degeneración extensa de velos o anillo, prolapso de múltiples segmentos de ambos velos, endocarditis activa, fusión extensa o calcificación de cuerdas y rotura de músculo papilar (27).

3.3 Evolución a largo plazo de la reparación valvular mitral

Muchos autores consideran que el seguimiento a largo plazo de los pacientes tras la reconstrucción valvular mitral continúa confirmando la fiabilidad y durabilidad de las técnicas de reparación y refuerza la actitud reparadora siempre que esto sea posible basándose en las bajas tasas de reoperación publicadas (supervivencia a quince años libres de reoperación hasta el 93% para la etiología degenerativa) (28, 29). Hay sin embargo estudios que describen una tasa de reoperación superior (18% a los 6 años) (30).

La durabilidad de la reparación se ha relacionado con diversos factores no siempre coincidentes en los distintos estudios, siendo en general mayor en pacientes con prolapso de velo posterior y cirugía reparadora consistente en resección cuadrangular (28,31).

Sin embargo, esta durabilidad se ha estudiado en general solo en términos de la reoperación como primer indicador, siendo escasos los estudios que analizan la recurrencia de la insuficiencia mitral.

La regurgitación mitral recurrente es una limitación importante y frecuente en la reparación valvular mitral, que en ocasiones requiere una reoperación (32,33).

En los estudios de seguimiento de pacientes supervivientes tras una reparación valvular mitral, aparece regurgitación en el seguimiento en un porcentaje elevado de los mismos, 81% de 264 pacientes seguidos en el estudio de Lim et al, siendo moderada en 11% y severa en 1% (34). Otro estudio con seguimiento a 7 años describió una incidencia de IM moderada a severa al mes, cinco y siete años del 2, 17 y 32% respectivamente (29). La supervivencia libre de intervención en esta serie fue del 94%, lo que implica que no todos los pacientes con regurgitación significativa en el seguimiento son operados. Estos grupos consideran que hay que considerar el problema de la durabilidad cuando se le ofrece la reparación a un paciente asintomático.

4. REEMPLAZO VALVULAR MITRAL

La actitud conservadora respecto a la cirugía en la insuficiencia mitral severa en la década de los 80, se ha derivado de los resultados de la cirugía de reemplazo valvular, asociada a una mortalidad operatoria significativa y a un riesgo no despreciable de complicaciones en estudios de seguimiento a largo plazo; en el caso de prótesis mecánicas tromboembolismo y sangrado, y en el caso de las biológicas, deterioro estructural, trombosis y endocarditis (35). En el último registro publicado en el año 2010 de la cirugía cardiovascular en España correspondiente a los años 2006-2008, la mortalidad de la cirugía sobre la válvula mitral aislada fue del 6,5-7,5%, cuando se asoció a cirugía de revascularización entre el 11 y el 15%, y asociada a otra cirugía valvular entre el 10 y el 12% (3).

Siempre que sea posible, el reemplazo valvular debe realizarse con preservación del aparato subvalvular. Este procedimiento permite preservar los componentes funcionales del aparato subvalvular y producir un beneficio clínico y una conservación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo respecto al reemplazo sin preservación cordal (36,37).

5. REPARACIÓN VALVULAR FRENTE A REEMPLAZO

5.1 Ventajas de la reparación mitral

Los procedimientos reparadores son cada vez más usados en el tratamiento de la regurgitación mitral por sus múltiples beneficios:

- a- preserva los componentes funcionales de la válvula nativa, asociándose a una función ventricular postoperatoria mejor que la de los pacientes sometidos a reemplazo valvular
- b- evita el uso de una prótesis con sus complicaciones asociadas
- c- los resultados de las series publicadas en la regurgitación mitral degenerativa en cuanto a mortalidad hospitalaria y seguimiento a medio plazo son muy buenos (38,39).
- d- un número considerable de estudios con seguimiento a largo plazo se han comparado de forma favorable respecto al reemplazo valvular en la insuficiencia mitral no isquémica en cuanto a mortalidad precoz y tardía, durabilidad, función ventricular izquierda y complicaciones tromboembólicas (38-46).

Varios de estos estudios retrospectivos presentan sin embargo varias limitaciones metodológicas, lo que no permite asegurar que las diferencias encontradas no sean debidas a las mejores condiciones preoperatorias de los pacientes sometidos a reparación (ausencia de aleatorización), a la

falta de consideración de factores preoperatorios claves como la función ventricular izquierda, a la poca homogeneidad en cuanto a la etiología de la insuficiencia mitral (reumática/isquémica) y a grupos de prótesis con perfil más antiguo.

Por otra parte, hay estudios que no encontraron una mayor supervivencia de la reparación frente al reemplazo en determinados subgrupos de pacientes; mayores de 60 años, ante cirugía valvular combinada con revascularización, pacientes sometidos a reemplazo con preservación de aparato subvalvular, cirugía de revascularización coronaria previa y pacientes con enfermedad valvular múltiple reemplazados con prótesis San Judas (42,47).

Sin embargo, en la experiencia de los grupos con mayor número de pacientes publicados en los últimos 15 años, el análisis multivariado de factores predictores y la comparación de grupos sin diferencias basales significativas han mostrado a la reparación mitral como un predictor independiente de mejores resultados tras corrección quirúrgica, con menor mortalidad operatoria y mayor supervivencia a largo plazo que el reemplazo. Así, la serie de Mohty et al (43), mostró en la evolución a 15-20 años beneficios en la reparación frente al reemplazo después de ajustar por otros predictores: mejor supervivencia, mejor función VI, menor incidencia de endocarditis y menor riesgo de embolismo. Consideraron por ello que la intervención puede plantearse en el paciente asintomático, pero siempre que el resultado quirúrgico se prevea óptimo ya que incluso grados ligeros de IM postoperatoria están asociados a mayores tasas de reoperación, y por lo tanto solo un resultado perfecto asegura una muy buena evolución.

Estos resultados, el desarrollo de las técnicas reparadoras, y la disminución significativa del riesgo quirúrgico en los últimos años, han llevado a los centros con mayor experiencia a plantear una cirugía reparadora más precoz, la cual condiciona mejores resultados quirúrgicos y evita las complicaciones cardíacas derivadas de la insuficiencia mitral. Estos centros proponen la reparación mitral como técnica de elección para el tratamiento de la insuficiencia mitral y el hacerlo de forma precoz mientras la mortalidad operatoria permanezca baja.

Aun así, ya que la cirugía cardíaca en estos pacientes no está justificada por síntomas o por la evidencia de disfunción ventricular izquierda deberían cumplirse una serie de condiciones antes de plantear una cirugía reparadora (11):

- a- debe verificarse un riesgo operatorio bajo (1-2%) para el paciente individual por sus características particulares y por los resultados de la institución. Por tanto la edad y comorbilidad son consideraciones fundamentales cuando se considera una intervención precoz. Es necesario tener también en cuenta en este sentido, otras causas de la insuficiencia mitral (p ej isquémica) que presenten un mayor riesgo quirúrgico.
- b- La reparabilidad de la válvula según el resultado ecocardiográfico debe ser claramente posible y el cirujano debe ser experto en todos los tipos de reparación valvular. Hay que ser cautos en lesiones de velo anterior o reumáticas.
- c- El estudio ecocardiográfico intraoperatorio debe ser realizado por expertos.
- d- La cuantificación de la insuficiencia mitral debe realizarse de forma preoperatoria con ecocardiografía, considerando severa una insuficiencia mitral con un volumen regurgitante de 60 ml/latido, una fracción regurgitante del 50% y un orificio regurgitante de 40 mm².

Se consideran reparables en la actualidad el entre un 70 y un 90% de las insuficiencias mitrales aisladas. El alto porcentaje de reparación se ha conseguido tras una fase inicial de aprendizaje de este procedimiento, que es técnicamente exigente. La reparación mitral es altamente dependiente de la habilidad y experiencia del cirujano individual.

Además del beneficio clínico demostrado, la reparación aporta también un beneficio económico, ya que supone frente al reemplazo una menor estancia hospitalaria y menores costes globales que el reemplazo valvular, tanto hospitalarios como en el seguimiento (48).

Otras causas de menor morbi-mortalidad de los pacientes sometidos a reparación serían las derivadas de la menor incidencia de tromboembolismo, trombosis valvular, hemorragias por anticoagulación y el menor número de reoperaciones por deterioro estructural frente a las prótesis biológicas.

La reparación mitral elimina la necesidad de anticoagulación en un alto porcentaje de pacientes. Esto es especialmente interesante en distintos subgrupos, como mujeres en edad fértil, pacientes con contraindicación para anticoagulación o en los que el cumplimiento de la misma sea problemático.

La incidencia de tromboembolismo tras reparación es significativamente menor que tras reemplazo (49); así, la prótesis más popular, St Jude Medical, tiene una tasa lineal de tromboembolismo de 4.6% por paciente y año, comparado con 1.7% por paciente y año de la reconstrucción mitral.

La endocarditis es también una complicación menos frecuente en la reparación que en el reemplazo valvular, siendo con frecuencia en esta última un problema de difícil manejo.

Por último, existe en la actualidad una extensa evidencia experimental y clínica del papel del aparato subvalvular en el adecuado funcionamiento del ventrículo izquierdo. La disminución de la mortalidad precoz y tardía tras reparación respecto al reemplazo podría ser debida en gran medida a la preservación del aparato subvalvular, que produciría menor alteración de la función miocárdica (50), principal causa de mortalidad en la cirugía valvular mitral (51).

5.2 Reparación frente a reemplazo en disfunción ventricular izquierda

Los pacientes con enfermedad miocárdica presentan una mortalidad aumentada y una menor supervivencia a largo plazo tras la cirugía de la insuficiencia mitral. Sin embargo hay pocos estudios que comparen la reparación frente al reemplazo en este contexto. Se ha recomendado la reparación por presentar una supervivencia al menos similar al reemplazo, a pesar de la frecuente persistencia o recurrencia de la regurgitación.

5.3 Reparación frente a reemplazo mitral asociada a reemplazo valvular aórtico

En pacientes con doble enfermedad valvular, los resultados de los estudios han sido dispares. Algunos autores defienden que la reparación mitral es posible en muchos casos, mejora la supervivencia tardía y es la estrategia de elección siempre que la reparación sea posible (52).

Otros estudios no han mostrado ventajas claras de la reparación cuando hay que actuar también sobre la válvula aórtica (47,53,54).

6. EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA PREOPERATORIA DE LA VÁLVULA MITRAL

El ecocardiograma perioperatorio es fundamental en la valoración de la válvula mitral. Permite identificar casi cualquier anomalía anatómica o funcional de la misma. Tiene funciones diagnósticas antes de la cirugía para determinar el mecanismo y la severidad de la valvulopatía mitral y precisar la cirugía, y tras la circulación extracorpórea para determinar el resultado de la cirugía y las posibles complicaciones (55,56). El estudio intraoperatorio puede mejorar el éxito de la reparación y predecir la disfunción valvular mitral precoz y tardía (57). Es también fundamental para el seguimiento a medio y largo plazo de los pacientes sometidos a reparación o reemplazo valvular mitral (58,59).

Mientras que la etiología y la severidad de la estenosis mitral pueden ser precisadas con ecocardiografía transtorácica, la extensión de la lesión y el grado de regurgitación es en ocasiones menos evidente. Por ello el papel del ecocardiograma transesofágico es fundamental, dada la proximidad del transductor a la aurícula izquierda. Permite determinar cuales son los segmentos afectados, lo que es fundamental a la hora de planear la reparación.

La valoración anatómica de la válvula mitral incluye un análisis detallado de las características de:

- a- los velos (engrosamiento, movilidad, dehiscencias, estado de cada segmento)
- b- anillo mitral (dilatación, calcificación)
- c- comisuras
- d- cuerdas tendinosas (elongamiento, fusión, acortamiento, calcificación, rotura)
- e- músculos papilares (desplazamiento, fibrosis, rotura).

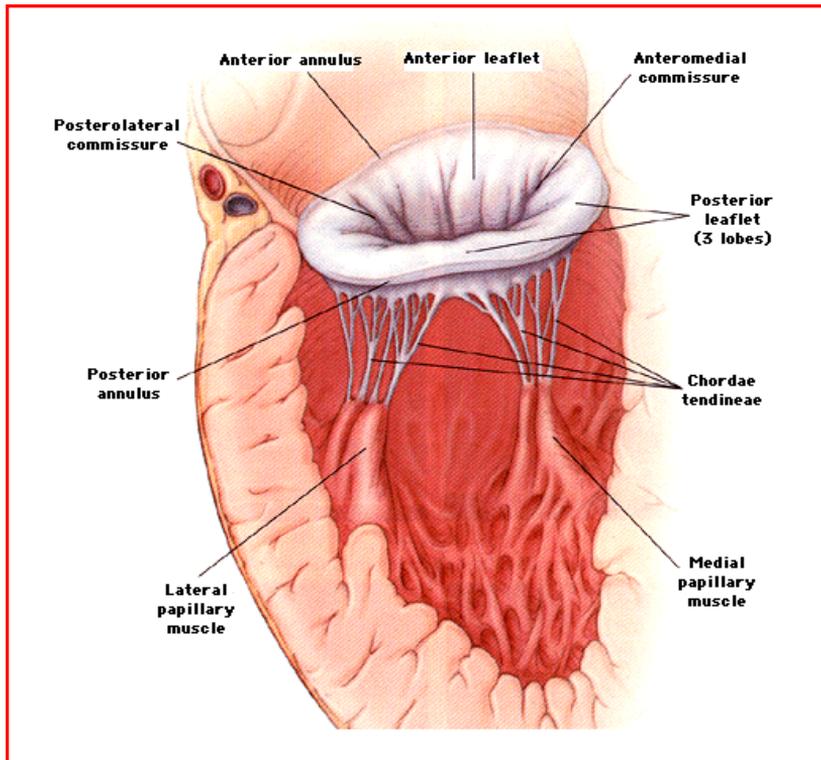


Figura 1. Anatomía valvular mitral.

De: Otto, CM. Clinical practice. Evaluation and management of chronic mitral regurgitation. N Engl J Med 2001; 345:740. Copyright © 2001 Massachusetts Medical Society.

Centrándonos en la evaluación preoperatoria, la ecocardiografía tiene como objetivos principales los siguientes:

1. Valorar la severidad de la regurgitación mitral y establecer la necesidad de cirugía.
2. Valorar el mecanismo y determinar si es posible las posibilidades de reparación frente al reemplazo, y la técnica de reparación.
3. Determinar la presencia de otras valvulopatías significativas que puedan requerir actuación quirúrgica.
4. Valorar función ventricular derecha e izquierda para comparar con el estudio post-cirugía.

La valoración de la severidad de la válvulopatía se realiza en función de un conjunto de métodos, de carácter semicuantitativo (tamaño del chorro de regurgitación en la aurícula, geometría del mismo, tamaño de la zona de convergencia proximal, anchura de la porción proximal del flujo en la aurícula izquierda, inversión sistólica del flujo en las venas pulmonares) y cuantitativos (Volumen, fracción y orificio regurgitantes).

6.1 Mecanismo de la regurgitación

La regurgitación mitral puede ser primaria, como resultado de una afectación valvular intrínseca, o secundaria a otra enfermedad que afecta al ventrículo izquierdo o a la aurícula, y por tanto a la función valvular.

Es fundamental reconocer el mecanismo de la regurgitación para determinar si la válvula es adecuada para ser reparada. En general la regurgitación secundaria a válvula mixoide es más apta para reparación, mientras que las secundarias a endocarditis o afectación reumática lo son menos. El resultado de la reparación también depende de que estén afectados el velo posterior, el anterior o ambos. La reparación del velo posterior es la de mayor éxito (58).

El ecocardiograma transesofágico permite detectar las porciones de la válvula afectas; el velo posterior tiene tres divisiones o segmentos, medial, medio y lateral. El velo anterior no está segmentado, pero tiene una porción central ("bare area") entre las inserciones de las cuerdas procedentes de los músculos papilares posteromedial y anterolateral y dos porciones medial y lateral.

Para definir el patrón de cierre de la válvula mitral se usan los términos de coaptación y aposición (60). Los velos mitrales coaptan cuando sus bordes se tocan durante la sístole. La zona de coaptación es aquella de los velos en la que ambos entran en contacto entre ellos (zona rugosa), responsable del mantenimiento de la competencia de la misma. La aposición describe si estos bordes de los velos se alinean simétricamente entre ellos.

Una aposición anormal produce regurgitación cuando los velos se desplazan entre ellos más de 3 a 5 mm. Estas son las dimensiones mínima y medias de la zona rugosa de los velos (60).

La aposición anormal puede producir jets regurgitantes múltiples incluso aunque en el ecocardiograma no se vea un defecto de coaptación.

La valoración de la morfología de una válvula mitral regurgitante implica valorar la coaptación y aposición de los velos a lo largo de toda la válvula de una a otra comisura. Cuando se detecta una anomalía, hay que evaluar el mecanismo subyacente; elongación, rotura o acortamiento de cuerdas,

movilidad excesiva o restringida de los mismos, morfología y función del VI y dimensión del anillo mitral.

La valoración del mecanismo de la regurgitación por tanto implica también un análisis de la movilidad de los velos valvulares y de la dirección del flujo de regurgitación. Se definen tres tipos de movilidad valvular:

- excesivo (prolapso o flail por elongación o rotura valvular)
- restringido (infarto de músculo papilar o enfermedad reumática)
- normal (perforación valvular y dilatación anular)

6.1.1 Movimiento excesivo de velos

Ocurre por elongación o disrupción de cualquier porción de la válvula mitral o del aparato mitral incluyendo músculos papilares y cuerdas.

Puede ser secundaria a enfermedad mixoide, endocarditis e infarto de músculo papilar.

El exceso de movilidad de un velo produce un flujo en dirección opuesta al velo afecto. Por tanto un prolapso de velo posterior produce un chorro en dirección anterior. En un prolapso de ambos velos, el exceso de movilidad es en general asimétrico, y la dirección del flujo se produce en sentido contrario desde el velo más severamente afectado. Cuando la cantidad de prolapso o flail es completamente balanceado entre ambos velos, aparece un chorro central.

Si hay rotura de comisuras, aparece un flujo originándose en la misma en el eje corto transgástrico. También aparecen flujos de comisuras en infarto de músculo papilar, en general en el posteromedial (61).

Un exceso de movilidad valvular con gran regurgitación mitral aparece también cuando hay una rotura de cabeza de papilar. Se diferencia de una rotura de cuerdas al detectar una masa unida al velo que evierte.

El mecanismo de la regurgitación condicionará el tipo de reparación a emplear; así una rotura de cuerdas posteriores se repara mediante resección cuadrangular del velo posterior. La elongación de cuerdas mediante transferencia de cuerdas o implantación de cuerdas artificiales. La elongación o rotura del papilar mediante reimplantación, soporte o acortamiento del músculo afectado.

El pronóstico postoperatorio es mejor en los casos con exceso de movilidad de velos previa.

6.1.2 Movilidad restringida

Es el patrón habitual en la enfermedad reumática, aunque también puede ocurrir en la enfermedad isquémica, la fase crónica del lupus o la enfermedad adquirida por drogas como por ejemplo los derivados ergotamínicos y anorexígenos (combinación “fen-phen”). En todos estos casos los velos están engrosados. La dirección del chorro será central (si la afectación de velos es simétrica) o posterior (más frecuente en la enfermedad reumática, por la mayor afectación del velo posterior que queda rígido y el velo anterior lo sobrepasa en el cierre). El abordaje quirúrgico incluye aquí debridamiento del tejido valvular y cuerdas, comisurotomía y anuloplastia.

Este tipo de reparación es técnicamente exigente y de peores resultados.

En la enfermedad isquémica, el velo posterior presenta una movilidad reducida por desplazamiento apical del músculo papilar posteromedial, a consecuencia de isquemia o infarto de este músculo o del músculo al cual se encuentra unido. Los velos son normales, pero no coaptan adecuadamente. El abordaje quirúrgico usualmente implica una anuloplastia para reducir el tamaño del anillo mitral y revascularización. También se usa en estos casos la técnica de Alfieri, que convierte la válvula mitral en un doble orificio por unión de los velos en su punto medio.

La reparación de la válvula isquémica con movilidad restringida presenta peor resultado que la de la válvula mixoide, con mayor frecuencia de insuficiencia residual.

6.1.3 Movilidad normal

Se presenta en los casos de perforación valvular secundaria a endocarditis o por afectación congénita (hendidura). Ocasionalmente es iatrogénica tras un intento de reparación. El origen del chorro es excéntrico, originándose en la porción media de los velos más que en la línea de coaptación. El flujo pre-valvular también se ve lejos de la línea de coaptación, a lo largo del velo afecto. La reparación se realiza mediante sutura o parche de pericardio.

También presentan movilidad normal de velos los pacientes con regurgitación secundaria a dilatación ventricular de cualquier causa, como la enfermedad de otras válvulas, la miocardiopatía dilatada o la cardiomiopatía isquémica severa. La dilatación ventricular causa desplazamiento del punto de coaptación mitral hacia el ápex, produciendo una coaptación inadecuada. La dilatación del anillo se ve en estos pacientes, pero ocurre en proporción a la dilatación del VI, en contraste con la enfermedad reumática o mixoide, en la cual el anillo en sí es anormalmente grande.

La anuloplastia con inserción de un anillo se usa frecuentemente en el manejo quirúrgico de estos pacientes. Otra técnica empleada es la de *Alfieri* o del doble orificio.

6.2 Causas de regurgitación inusuales o múltiples

En ocasiones en válvulas con afectación muy extensa (prolapso valvular severo, engrosamiento de ambos velos, cuerdas elongadas y/o rotas, anillo dilatado etc.) es difícil resaltar el mecanismo y lugar de la regurgitación.

No es inusual sin embargo, que en enfermedad menos severa o menos extensa, coexistan también varios mecanismos y lugares de regurgitación. Por ejemplo un orificio regurgitante central por rotura de cuerdas no impide buscar otros sitios de aposición anormal que indicarían que será necesario un acortamiento de cuerdas así como una resección cuadrangular.

Es importante detectar regurgitación comisural porque la reparación será más difícil. Puede producirse por rotura de cuerdas comisurales, que produce en el ecocardiograma un aspecto característico de pérdida de soporte de ambos velos adyacente a la comisura

Cuando la aposición, coaptación y el tamaño del anillo parecen normales, hay que considerar causas inusuales de regurgitación: hendidura, perforación en endocarditis infecciosa, calcificación del anillo.

La calcificación del anillo mitral puede ser causa única o contribuyente de la regurgitación. En el individuo sano, la contracción del anillo en sístole es responsable de hasta un 26% de la aposición los velos, evitando los escapes. Si se impide esta contracción por calcificación extensa, puede producirse regurgitación a pesar de una válvula normal.

7. PRECISIÓN DE LA ECOGRAFÍA BIDIMENSIONAL EN EL ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LA VÁLVULA MITRAL

En los distintos estudios, la precisión del ecocardiograma bidimensional transesofágico en la valoración de la afectación de los segmentos valvulares ha sido muy variable, con unas sensibilidades entre 78% y 95% y unas especificidades entre un 90 y 96% (62).

Muchos de estos estudios presentan importantes limitaciones; uso de sondas monoplano en los estudios más antiguos, escaso número de pacientes, o estudios realizados intraoperatoriamente, con lo que el cirujano conoce el resultado y por tanto puede estar influido por el mismo.

La precisión mejoró al establecerse una estrategia sistemática de estudio para localizar los defectos mitrales.

En el año 1990 el grupo de la clínica Mayo estudia la precisión y las implicaciones del estudio de la válvula mitral en la reparación valvular mitral en 248 pacientes. La precisión del estudio transesofágico fue del 99% para la causa y mecanismo de la insuficiencia, presencia de vegetaciones y segmento prolapsante o con flail y menor (88%) para rotura de cuerdas. El ecocardiograma transtorácico fue menos preciso, aunque la diferencia no fue importante (<10%) salvo en los casos de mala ventana, flail o rotura de cuerdas. El tipo de lesión mitral condicionó la reparabilidad valvular, la mortalidad operatoria y la supervivencia a largo plazo independientemente de la edad, sexo, fracción de eyección y presencia de enfermedad coronaria (8).

El grupo de Eustachio Agrícola y colaboradores (63,64) evaluaron la precisión diagnóstica del estudio transesofágico realizado de acuerdo con las guías de las sociedades americanas de ecocardiografía y anestesia.

Estudiaron 454 pacientes consecutivos con insuficiencia mitral significativa. Definen distintos tipos de afectación: prolapso, flail, perforación, reumática, dilatación anular, insuficiencia mitral isquémica y secundaria a miocardiopatía dilatada.

La precisión diagnóstica total fue del 97%. Para los segmentos concretos, se describen en la tabla 1.

Encuentran una discordancia entre el ecocardiograma y la cirugía en 52 secciones. En 26 se había localizado la lesión en un segmento adyacente. En otras 26, se diagnosticaban por exceso o por defecto segmentos respecto a los hallazgos quirúrgicos.

Defect location	TEE findings No. of lesions (n = 727)	Surgical findings No. of lesions (n = 727)	Agreement	P	Sensitivity	Specificity
A1	70 (9.6%)	70 (9.6%)	98% (307/313)	.00001	97.1%	98.3%
A2	138 (18.9%)	138 (18.9%)	97.1% (304/313)	.00001	96.3%	97.7%
A3	67 (9.2%)	67 (9.2%)	98% (307/313)	.00001	98.5%	97.9%
P1	78 (10.7%)	78 (10.7%)	98% (307/313)	.00001	98.7%	97.8%
P2	261 (35.9%)	260 (35.9%)	98.4% (308/313)	.00001	99.6%	92.4%
P3	114 (15.6%)	114 (15.6%)	96.1% (301/313)	.00001	94.7%	96.9%

Tabla 1. Concordancia de los hallazgos del estudio ecocardiográfico preoperatorio y la cirugía. A1, A2, A3, P1, P2, P3: segmentos valvulares. TEE: estudio transesofágico.

De: Agrícola E. J Am Soc Echocardiogr. 2003; 16:61-66.

El error más frecuente era la localización de la lesión al lado de la encontrada en la cirugía. Afectaba especialmente a los segmentos P2-P3, menos frecuentemente a P1-P2 (son por otra parte, los segmentos con mayor porcentaje de afectación). En general correspondía a un gran segmento que se desplaza anormalmente a los planos de segmentos adyacentes (es decir, identificar un prolapso de P3 mientras en la cirugía se

ve que el defecto es solo de un gran P2, que se extiende a la zona comisural posteromedial). Para minimizar este tipo de error, ellos aconsejan usar las proyecciones comisural y eje largo, más que las visiones de cuatro y dos cámaras, porque estas últimas cortan la válvula mitral cerca de P2, pudiendo producir confusión en la localización del defecto entre P1-P2 o P2-P3. Es necesario además completar el estudio con la dirección y origen del chorro de regurgitación en estos casos.

El segundo error más frecuente fue perder un prolapso adicional en el velo contralateral, p. ej. detectar un prolapso de P2 pero no de A2 que se ve en la cirugía. En este sentido, el chorro de regurgitación a veces enmascara un segmento con un prolapso menos evidente.

Consideran que el método propuesto por las guías es preciso, pero sugieren:

- 1- Valorar A2 y P2 solo en el eje largo
- 2- Evaluar en las proyecciones de 4 y 2 cámaras solo A3 y A1, mientras que P3 y P1 deben evaluarse más bien en el corte de comisuras, añadiendo una rotación de la sonda hacia la derecha y hacia la izquierda para ver las porciones medial y lateral de la válvula respectivamente.

8. RELACIÓN ENTRE EL ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO Y LA CIRUGÍA VALVULAR MITRAL

Tras el estudio ecocardiográfico se obtendrá pues una descripción anatómica y funcional precisa de la válvula mitral. En función de la misma, la válvula se propondrá como reparable o por el contrario con escasas probabilidades de serlo.

Hay ciertos datos ecocardiográficos que indican una baja probabilidad de éxito en la reparación valvular (27):

- a. Restricción de motilidad por fibrosis de velos o fusión extensa de aparato subvalvular,
- b. Calcificación extensa en velos o anillo
- c. Prolapso de más de un tercio del tejido valvular.
- d. Endocarditis activa
- e. Engrosamiento difuso de borde de velos sin otra causa de insuficiencia mitral, como por ejemplo en la valvulopatía reumática.
- f. Rotura completa de músculo papilar.

Por tanto, las características de la válvula determinarán, a priori, la técnica quirúrgica reparadora más adecuada (tabla 2). La inspección visual del cirujano en el momento de la cirugía será fundamental para confirmar el diagnóstico y decidir finalmente la técnica a emplear.

Tabla 2. Relación entre el análisis ecocardiográfico y las técnicas de reconstrucción

HALLAZGO ECO	ETIOLOGÍA /MECANISMO	TÉCNICA QUIRÚRGICA
Anillo dilatado	IM crónica IM isquémica Miocardiopatía dilatada	Anuloplastia
Prolapso velo posterior	Enfermedad degenerativa Rotura de cuerdas	Resección cuadrangular Anuloplastia
Prolapso velo anterior	Enfermedad degenerativa Rotura de cuerdas	Resección triangular Transferencia cuerdas/ cuerdas artificiales
Prolapso comisural	Rotura cuerda comisural	Reparación comisural
Rotura músculo papilar	Infarto agudo de miocardio	Reimplantación papilares
Aposición anormal, coaptación normal	Cuerdas elongadas	Resección cuadrangular (velo posterior) / Acortamiento de cuerdas (ambos velos) Cuerdas artificiales (v ant)
Calcificación anular	Enfermedad degenerativa	Decalcificación / anuloplastia
Chorros centrales múltiples (anillo no dilatado)	VI dilatado Aumento tracción subvalvular	Anuloplastia Reducción ventrículo izquierdo
Obstrucción TSVI	Tejido excesivo Punto de coaptación alto	“Sliding plastia” del velo posterior
Perforación	Enfermedad infecciosa	Debridamiento /sutura/parche

ECOCARDIOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

1. ECOCARDIOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL. OBTENCIÓN DE IMÁGENES TRIDIMENSIONALES Y APLICACIONES CONCRETAS

El avance tecnológico de los últimos años ha producido un desarrollo importante de múltiples pruebas diagnósticas, entre otras la ecocardiografía. Ésta se constituye en el método diagnóstico no invasivo de más amplia y diversa aplicación dentro de la cardiología.

La ecocardiografía ha evolucionado desde la interpretación de estructuras cardiacas mediante su representación en una dimensión, "líneas" o Modo M, a la visualización de cortes de sección del corazón en distintas posiciones espaciales, la ecografía bidimensional (2d).

La patología cardiaca exige con frecuencia para su comprensión un conocimiento complejo de la anatomía, geometría y hemodinámica además de experiencia, lo que supone un grado de variabilidad intra e interobservador en la interpretación de imágenes ecocardiográficas.

En los últimos años se ha afianzado la metodología y sistemas de reconstrucción tridimensionales (3d), que pretenden mostrar las estructuras cardiacas de una manera más objetiva evitando la necesidad de reconstrucciones mentales.

La ecografía tridimensional pretende permitir el estudio de patología compleja y de estructuras de geometría desconocida, y obtener imágenes menos especulativas. El estudio ecocardiográfico podría ser así más estandarizado y menos dependiente de las cualidades del observador (65).

1.1 Proceso de obtención de imágenes tridimensionales

En la actualidad, existen sistemas de obtención de imagen tridimensional de dos tipos; aquellos que obtienen la imagen en tiempo real y aquellos que requieren un proceso y reconstrucción de la misma en un segundo tiempo. . El estudio puede realizarse de forma transtorácica (aparato de ultrasonidos externo sobre el tórax del paciente) o mediante una sonda ecocardiográfica que se introduce de forma endoscópica o transesofágica. Esta última modalidad es todavía imprescindible para algunos tipos de estudio, especialmente para la valoración de la valvulopatía mitral previa a ser sometida a cirugía reparadora, por lo que lo que en este estudio se desarrollará dicha modalidad y con reconstrucción diferida.

La obtención de imágenes tridimensionales requiere una serie de procesos secuenciales: Adquisición de planos de corte bidimensional, procesamiento de las imágenes, reconstrucción y visualización de las estructuras.

Adquisición: La reconstrucción tridimensional dinámica (asociando el movimiento), comienza con la adquisición de imágenes bidimensionales durante todo el ciclo cardiaco. Cada una de estas imágenes lleva codificada su localización espacial precisa, así como su momento o fase dentro del ciclo cardiaco. Conseguimos así, mediante múltiples planos bidimensionales ordenados en el espacio, abarcar una región tridimensional a lo largo de un ciclo cardiaco. Posteriormente es necesario realinear y combinar estos cortes en una estructura de tres dimensiones en movimiento.

La adquisición puede realizarse de dos maneras; automática, mediante un sistema que controla el movimiento mecánico del transductor y que selecciona el momento apropiado para captar la imagen, o libre, con movimiento del transductor controlado por el usuario (figura 1).

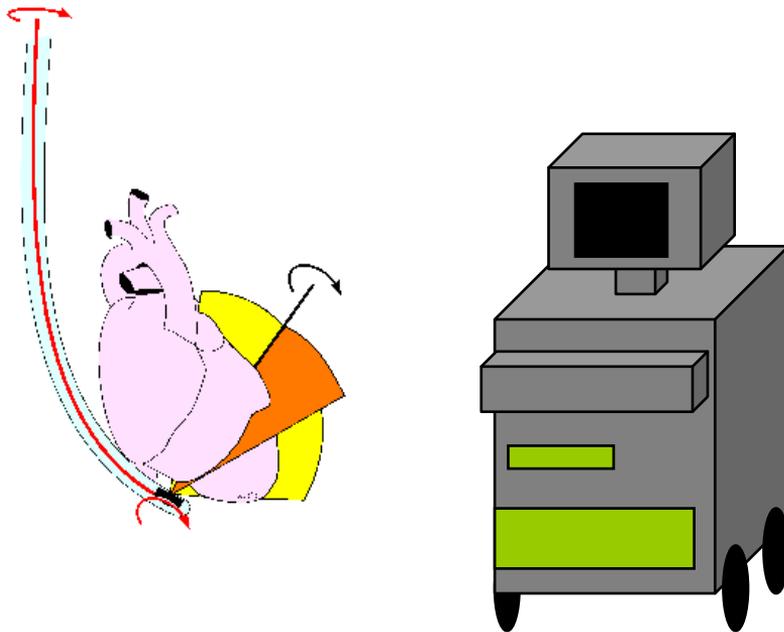


Figura 1. Adquisición mediante un sistema que controla la rotación automática de la sonda transesofágica.

Con permiso de Tom Tech®

Procesamiento: Mediante él, las imágenes grabadas son transformadas en un conjunto de datos tridimensional. Se aplican además filtros para eliminar

ruido de fondo y artefactos espaciales, sin perder los bordes de las estructuras de interés.

Una vez obtenido un volumen, los datos dentro del mismo pueden ser revisados mediante planos de corte en cualquier dirección, de una manera análoga a la tomografía (figura 2).

Reconstrucción: Finalmente, hay que emplear una serie de algoritmos para mostrar en una pantalla bidimensional, una estructura tridimensional (red, superficie o volumen).

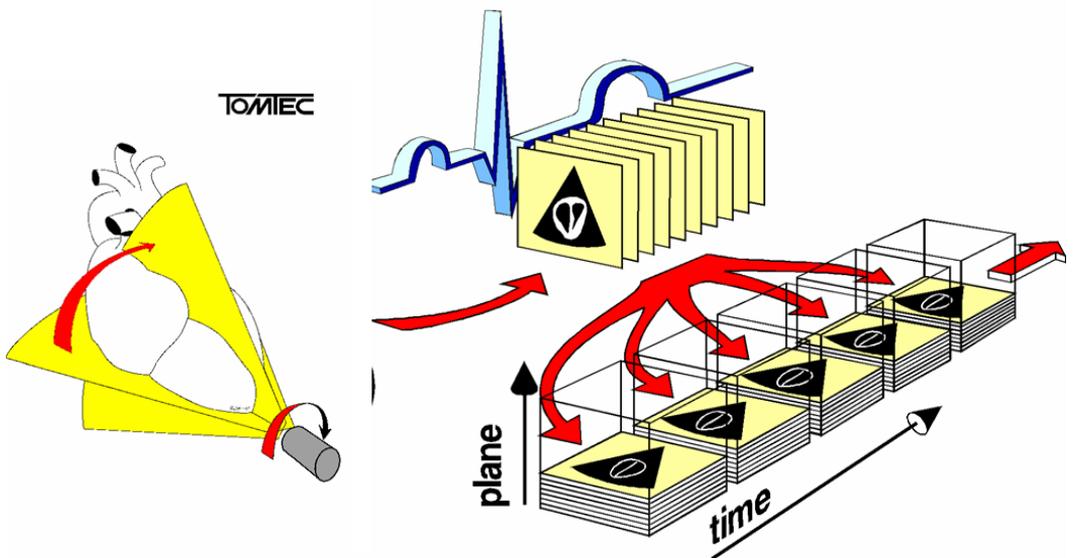


Figura 2. Adquisición rotacional de planos de corte y procesamiento teniendo en cuenta la situación espacial y dentro del ciclo cardiaco de los mismos. Con permiso de Tom Tech®

La adquisición de planos bidimensionales múltiples se realiza durante el estudio bidimensional habitual, por lo que la exploración se prolonga unos minutos.

El procesamiento y reconstrucción se realizan en una estación de trabajo independiente del ecocardiógrafo. La reconstrucción es variable en función de la complejidad de la estructura a valorar, habitualmente puede estar entre cinco y veinte minutos.

1.2 Aplicaciones concretas

Medida de la función ventricular

La valoración tridimensional de los ventrículos permite realizar medidas de los mismos sin la necesidad de hacer asunciones geométricas como ocurre en la valoración bidimensional (figura 3). Existen multitud de estudios que han validado la precisión y reproducibilidad de este método en la valoración del ventrículo izquierdo respecto a las técnicas de referencia, tales como la angiografía y la resonancia nuclear magnética, encontrando mejor correlación con esta última que el eco bidimensional (66-70). Algunos autores recomiendan este método como el de elección para la valoración seriada de la función ventricular izquierda.

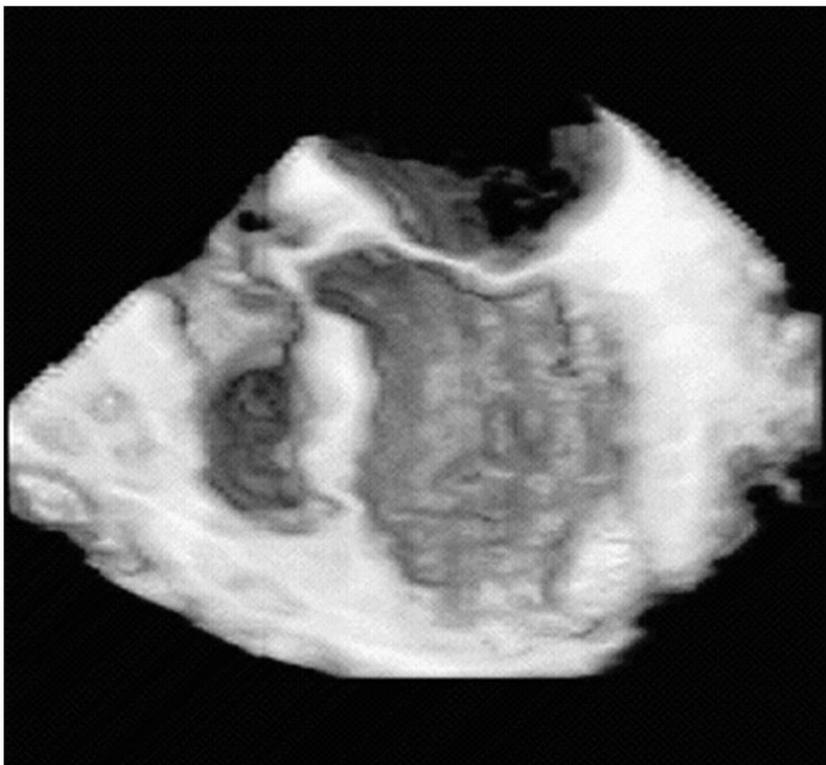


Figura 3. Visión tridimensional centrada en ventrículo izquierdo

Cardiopatías congénitas

En estos casos, el eco 3d facilita el reconocimiento espacial de la anatomía, aporta información de las relaciones con estructuras adyacentes y mejora el diagnóstico de confianza de las mismas (71-74).

Comunicación interauricular e interventricular

El abordaje tridimensional permite en el caso de la comunicación interauricular una visualización directa y localización del orificio (75-77), determinando la medida de los diámetros mayor y menor, el tamaño de los bordes del defecto, y la distancia de la misma a estructuras circundantes, con una fiabilidad mayor a la obtenida por los cortes habituales bidimensionales. Existen actualmente centros que emplean de forma rutinaria el eco 3d para la decisión de elección de cierre percutáneo de comunicaciones interauriculares (figura 4)

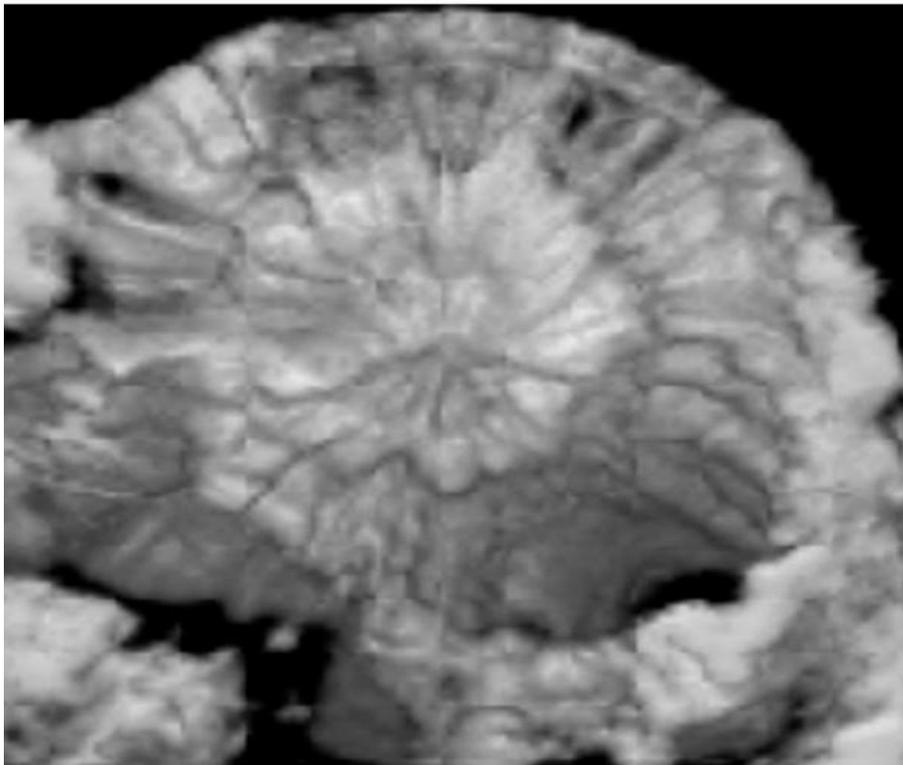


Figura 4. Cierre de comunicación interauricular mediante dispositivo de implantación percutánea (Amplatz).

En el caso de la comunicación interventricular se analiza de igual forma la localización, tamaño y número de defectos septales desde cualquier

localización. Se obtiene además un mayor detalle de la relación con la válvula aórtica (78).

Masas

Se consigue visualizar de forma precisa la zona de unión de la masa a la pared cardíaca, su forma y movilidad, y puede cuantificarse el volumen (figura 5). La valoración de las relaciones espaciales con otras estructuras es útil para el abordaje y manejo quirúrgico de los pacientes.

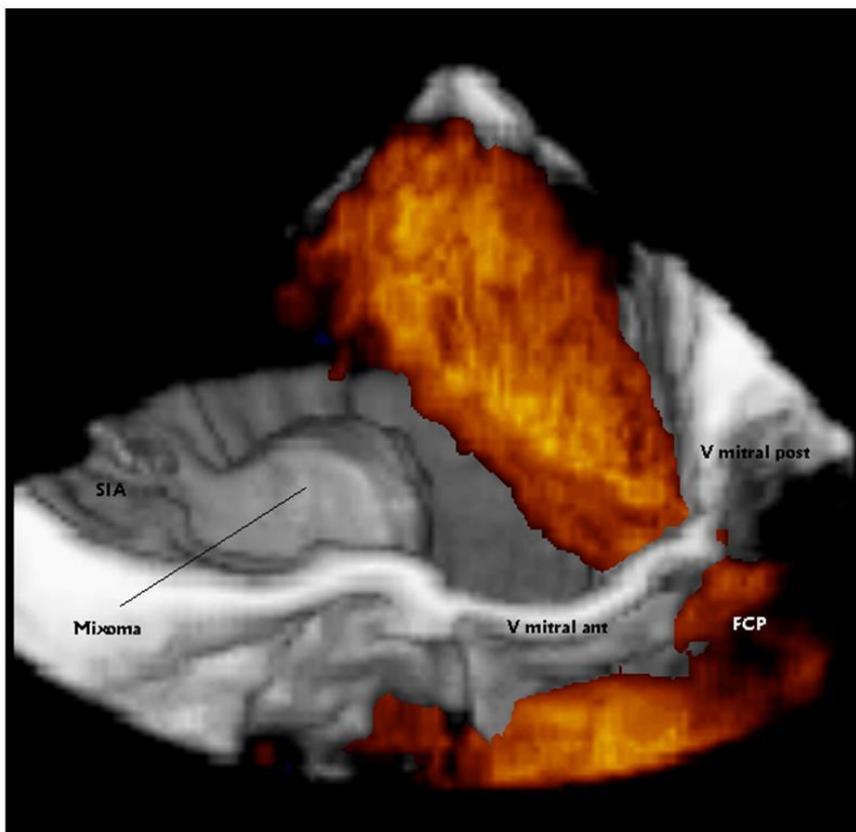


Figura 5. Masa en aurícula izquierda (mixoma) y flujo de regurgitación a través de la válvula mitral. FCP: flujo de convergencia proximal. SIA: septo interauricular.

Válvula aórtica

Puede medirse el orificio valvular aórtico seleccionando el plano de corte exacto deseado. Se han obtenido buenas correlaciones con los métodos habituales, como la ecuación de continuidad y el método de Gorling, encontrándose además una buena reproducibilidad (79).

Cardiopatía isquémica

Puede utilizarse para la detección de asinergias, valoración del tamaño y extensión de un aneurisma y localización de trombos y para medir masa infartada y volumen de regiones disfuncionantes.

Ecografía intraoperatoria

Existen series de valoración tridimensionales durante la cirugía cardíaca. En un alto porcentaje de éstos se lograron realizar reconstrucciones aceptables, en un tiempo medio total de 12 +- 8 minutos. Hasta en un 87 % de los casos esto permitió que el cirujano valorase la patología previa a la intervención (80).

Se detectaron la mayoría de las anomalías cardíacas, tales como perforaciones y fenestraciones valvulares, masas, etc que fueron confirmadas posteriormente en el análisis anatómo-patológico. La ecografía 3d aportó información adicional hasta en un 25% de los pacientes. En múltiples casos permitió explicar el mecanismo de anomalías detectadas en el eco bidimensional y el doppler.

2. ECOCARDIOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL EN LA VALORACIÓN MORFOLÓGICA DE LA VÁLVULA MITRAL

2.1 Introducción

La ecografía tridimensional (3d) tiene un gran potencial en el análisis de morfologías cardíacas complejas. La complejidad de la geometría tridimensional es más fácilmente entendida usando el eco 3d.

Una importante aplicación del 3d es su uso en la valoración de las válvulas cardíacas. La válvula mitral ha sido la más ampliamente estudiada mediante el sistema tridimensional, dada su proximidad al transductor y buena visualización tanto con la ecografía transtorácica como transesofágica. Esta técnica ha permitido perfilar detalles de la anatomía mitral, demostrando ya desde los estudios iniciales su superioridad frente al bidimensional (2d) en la valoración del movimiento de los velos, la relación de la válvula con otras estructuras y la exploración de comisuras y orificios, tanto en la válvula mitral normal como en las distintas patologías de la misma (81).

En la valvulopatía mitral es fundamental entender la compleja geometría espacial de la válvula y del aparato subvalvular con sus cuerdas y sus músculos papilares. Sin 3d, esta valoración necesita realizarse como una reconstrucción mental tridimensional basada en el eco 2d. El eco 3d no requiere dicha reconstrucción mental y no se basa en asunciones geométricas.

El desarrollo de la ecografía tridimensional y los nuevos programas de reconstrucción está permitiendo además una segmentación y cuantificación del anillo valvular, los velos y el aparato subvalvular muy precisos. Así, el eco 3d está permitiendo realizar un análisis en profundidad de todos los componentes del aparato valvular mitral y describiendo nuevos parámetros de medida, como el patrón de cierre, distancias de tensión ("tethering") y el volumen y área bajo los velos ("tenting"). Ha definido y cuantificado además las relaciones entre el aparato mitral y la posición de los músculos papilares, introduciéndose en la fisiopatología de la regurgitación mitral.

Está en desarrollo el estudio mediante 3d de los flujos de regurgitación. Así se ha demostrado una información cualitativa adicional al 2d, aclarando la distribución espacial del flujo (extensión, dirección, origen y tamaño del

flujo) y detectando otros flujos de localización inusual (82). Por otra parte, la cuantificación de parámetros de severidad de la insuficiencia mitral por el método 3d (volumen y orificios regurgitantes, vena contracta) tiene la ventaja de no depender de asunciones geométricas y está demostrando una mayor precisión que los métodos bidimensionales de medida. Todavía hay sin embargo, cuestiones pendientes de resolver, como la escasa resolución temporal del flujo de color 3d.

2.2 Valoración valvular mitral previa a cirugía reparadora

En la era del reemplazo valvular mitral, la pregunta más importante para el ecocardiografista era determinar la severidad de la regurgitación y estimar si el retraso en la cirugía podía empeorar el pronóstico del enfermo. Con el desarrollo y el uso generalizado de técnicas avanzadas en la reconstrucción valvular, que han mostrado mejorar la supervivencia respecto al reemplazo, las demandas de los ecocardiografistas han aumentado. Ahora la principal meta de los mismos es determinar la posibilidad de la reparación antes de la operación. Valvulopatías complejas como la afectación comisural y el prolapso de dos velos pueden concionar dificultades importantes para el cirujano.

Hoy en día el método de referencia para evaluar la válvula mitral es el ecocardiograma transesofágico. Sin embargo, las técnicas bidimensionales son insuficientes para demostrar la distribución espacial exacta especialmente en las regiones comisurales y en el aparato subvalvular. Una posible explicación es la necesidad de reconstrucción mental de la compleja anatomía valvular tridimensional por el ecografista.

En manos experimentadas, la valoración funcional de la regurgitación mitral mediante el eco bidimensional transtorácico puede predecir de forma precisa la reparación y el resultado postoperatorio (83). Sin embargo, este método está limitado por la relación no planar de los velos y el anillo y por la dificultad y complejidad de visualización de los segmentos laterales y de las afectaciones valvulares complejas. Por ello, la precisión y reproducibilidad están reducidas en manos menos experimentadas.

El análisis preciso preoperatorio de la morfología valvular mitral y el mecanismo de la regurgitación no son siempre evidentes, dadas las limitaciones intrínsecas de una técnica de imagen bidimensional en la valoración de una estructura tridimensional.

La ecocardiografía tridimensional ofrece una visualización de la válvula mitral muy cercana a la realidad. La visión obtenida es además semejante a la que el cirujano obtiene durante el abordaje quirúrgico.

Se ha demostrado la viabilidad del eco 3D intraoperatorio, con adquisición en menos de 3 minutos y reconstrucción en más del 90% de los pacientes. Proporciona en este contexto un valor añadido al ecocardiograma bidimensional. En un estudio, el valor incremental del eco 3D fue de un 25% respecto al ETE, aunque solo cambió el plan operatorio en 1 de 60 pacientes (84). La ecocardiografía 3d en tiempo real transesofágica ha mostrado recientemente también sus ventajas en el contexto intraoperatorio: adquisición rápida de imágenes, reconstrucción posible en todos los pacientes con calidad buena o muy buena en dos tercios de los mismos y superioridad frente al ecocardiograma bidimensional en los casos complejos (85).

Por todo lo anterior, el eco 3D debe permitir una selección quirúrgica mas apropiada de los pacientes, ayudar a determinar el procedimiento quirúrgico más adecuado, y plantear un plan de la operación preciso previo. La búsqueda de nuevas técnicas que mejoren la valoración morfológica y la cuantificación de la insuficiencia mitral podrían suponer una gran aportación al manejo quirúrgico de esta patología.

El un futuro próximo, el tamaño, forma y cambios del anillo, velos y aparato subvalvular a lo largo del ciclo podrían determinarse con precisión, y conseguir un tratamiento individualizado con dispositivos adaptados a cada caso. Estos incluso podrían implantarse virtualmente con la ayuda del volumen de datos 3d del paciente para simular el resultado de la cirugía.

2.3 Anatomía funcional tridimensional de la válvula mitral

Topografía de la válvula

La visión de la válvula mitral desde la aurícula izquierda mediante ecocardiografía tridimensional muestra que los velos anterior y posterior tienen varias indentaciones que los dividen en distintos segmentos (fig 1). El velo anterior tiene tres segmentos; A1 o anterolateral, A2 o medio y A3 o anteromedial. De forma similar el velo posterior tiene tres segmentos; P1 o posterolateral, P2 o medio y P3 o posteromedial. Los velos anterior y posterior están fusionados entre 3 y 8 mm en sus regiones medial y lateral a nivel de los trígonos, conformándose así las características comisuras (anterolateral y posteromedial).

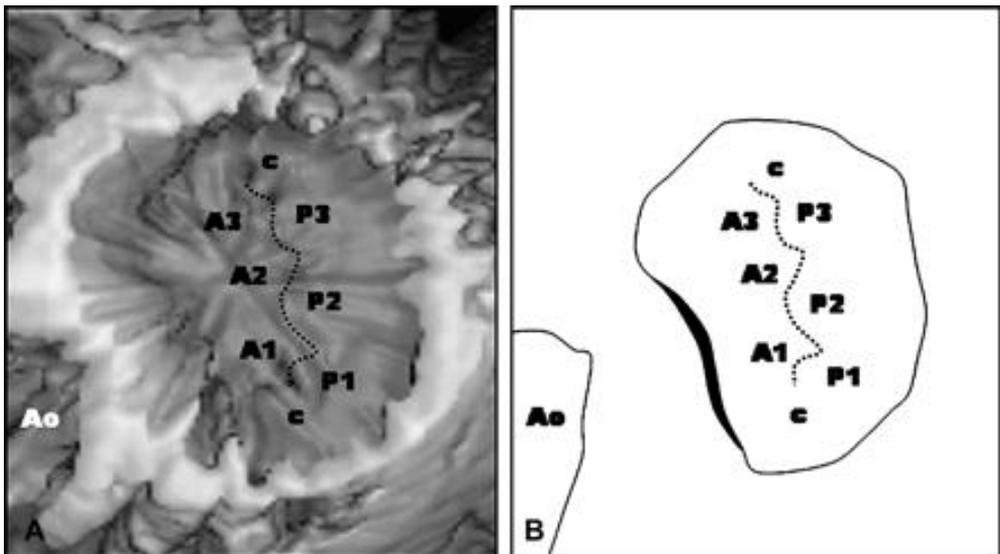


Fig 1a.

Fig 1b

Fig 1a. Válvula mitral normal en sístole vista desde la aurícula izquierda.

Fig 1b. Diagrama mostrando los diferentes segmentos del velo anterior: A1- anterolateral A2- anterior medio, A3- anteromedial, y posterior: P1- posterolateral, P2- posterior medio, P3- posteromedial.

Valocik. European Journal of Echocardiography 2005; 6:443-454

El velo anterior supone aproximadamente dos tercios del área valvular y es aproximadamente dos veces más largo que el velo posterior. Su morfología es algo triangular. El velo posterior es más elongado y rectangular.

El velo anterior está anclado al septo y al anillo fibroso del corazón, y es relativamente no distensible. Aunque el velo anterior supone unos dos tercios del área valvular mitral, su anclaje al anillo mitral supone solo un tercio de la circunferencia del anillo mitral. El velo anterior se expande entre los dos trígonos fibrosos y está en continuidad directa con el velo no coronario de la válvula aórtica. El velo posterior está anclado a los dos tercios posteriores del anillo mitral, que discurre a lo largo de la pared libre del ventrículo izquierdo y es fundamentalmente muscular, con escaso tejido fibroso (lo que explica su tendencia a la distensión y elongación) (86).

No-planaridad de la válvula y del anillo

La forma geométrica de la válvula mitral y su anillo han sido definidos gracias a estudios dirigidos a mejorar el diagnóstico del prolapso valvular. Se ha documentado que el anillo mitral y velos tienen una morfología en silla de montar, no planar, lo que es equivalente a una hipérboloide paraboloide, una superficie geométrica en la cual todas las secciones paralelas a un plano coordenado son hipérbolas, y todas las secciones paralelas a otro plano coordenado son parábolas (Fig 2).

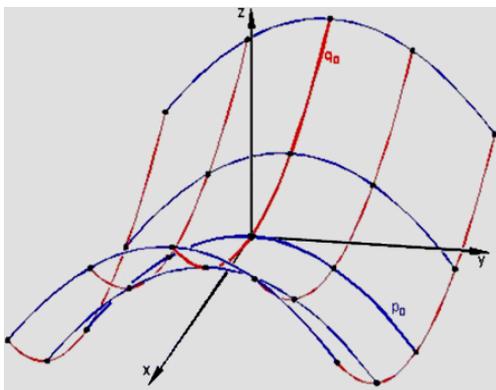


Fig 2. Hipérboloide paraboloide.

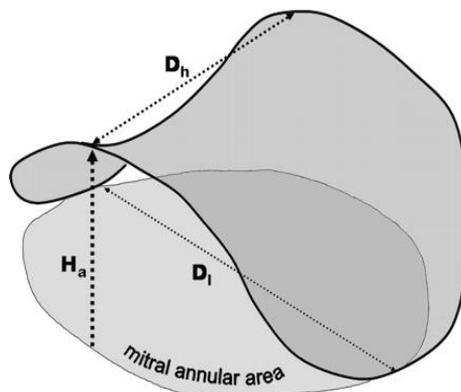


Fig 3.

Fig 3. Representación esquemática de la morfología no planar, en forma de silla de montar de la válvula mitral y de sus parámetros característicos: Dh: distancia entre los dos puntos más elevados. Di: distancia entre los puntos más bajos del anillo.

Ha: altura del anillo. El área del anillo mitral se mide como el área del plano de mínimos cuadrados.

Valocik. European Journal of Echocardiography 2005; 6:443-454

Hay dos puntos elevados o picos, en posición anterior y posterior en la inserción aórtica y en la pared posterior del ventrículo izquierdo, y dos puntos deprimidos o valles, más cercanos al ápex del ventrículo y localizados en posición medial y lateral (fig 3). De acuerdo con Levine y cols, la máxima desviación del plano (la distancia entre los puntos más altos y más bajos del anillo mitral) es de media $1,4 \pm 0.3$ cm (87).

Respecto a las relaciones de los velos con el anillo, en una visión mediolateral (cuatro cámaras en el eco 2D), los velos pueden aparecer por encima del anillo mitral, pero en la visión anterolateral (paraesternal eje largo en ecocardiografía 2D) no lo sobrepasan. Esta es la razón por la cual en la visión de cuatro cámaras en la era de la ecocardiografía 2D, el desplazamiento superior de los velos era diagnosticado incorrectamente como prolapso en individuos normales.

La no planaridad del anillo y velos es racional en dos sentidos. Por una parte, supone la base de la disminución de la circunferencia del ventrículo izquierdo durante la sístole. Como los velos no se contraen, el área del anillo mitral puede reducirse disminuyendo la distancia entre los puntos altos y bajos del anillo (88,89). Por otra parte, la morfología en silla de montar proporciona una configuración capaz de soportar el estrés impuesto por la presión ventricular izquierda durante la sístole. Salgo y cols. (90) estudiaron el efecto de la no planaridad sobre la reducción del estrés. En este estudio, comprobaron mediante simulación numérica que los anillos más planos producen mayor estrés en los velos, mientras que la forma curva reduce dicho estrés. El mínimo estrés se produce cuando el cociente altura del anillo/anchura de comisuras está alrededor del 15-25%. En humanos, la reconstrucción 3d del anillo muestra un cociente de 10-15%. Concluyeron que la forma en silla de montar del anillo produce un beneficio para los velos, añadiendo curvatura. La dilatación del anillo por el contrario produce una disminución de la curvatura.

Se han identificado dos factores morfológicos que tienen efectos sinérgicos sobre la reducción del estrés: el billowing de los velos y la no planaridad del anillo.

La morfología en silla de montar del anillo mitral se ha preservado a lo largo de tres especies de mamíferos (humanos, ovejas y monos) con una ratio de altura del anillo/anchura de las comisuras de aproximadamente 15%.

Estos datos sugieren que la naturaleza conserva la morfología en silla de montar del anillo por un beneficio mecánico.

Dinámica del anillo mitral

Hay algunos estudios que proporcionan información acerca del comportamiento a lo largo del ciclo cardiaco del anillo mitral (88,89). De acuerdo a estos estudios, el área del anillo mitral fue de media 5,6 cm²/m² corregida por superficie corporal (debido a la no planaridad, la medida se obtuvo mediante la proyección de un área en el plano de mínimos cuadrados). Esta área disminuía durante la sístole aproximadamente en un 24%. El mecanismo por el que se consigue es la elipticalización debida a la reducción de la distancia entre los dos puntos elevados con un aumento en la altura del anillo y la excentricidad, y con una disminución de la distancia entre los dos puntos más bajos (Fig. 4).

A la vez que se producen estos cambios, los rasgos básicos de la no planaridad (dos puntos altos y dos bajos), se preservan a lo largo del ciclo cardiaco.

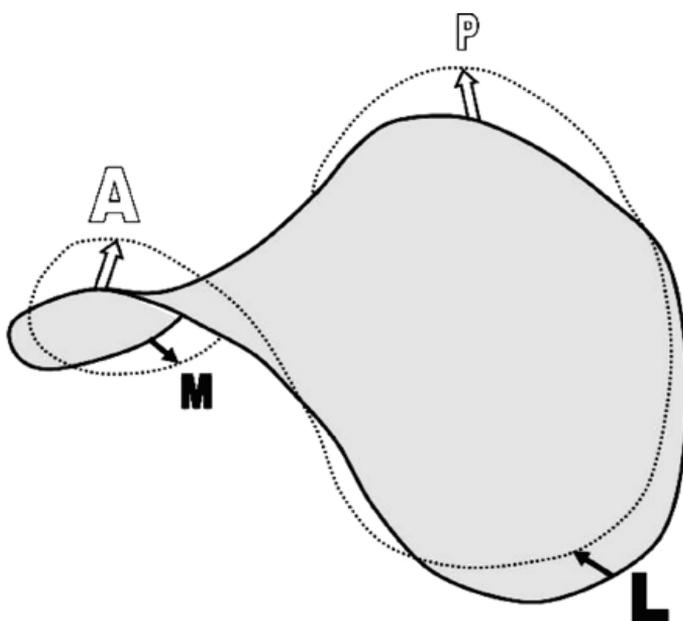


Fig 4. Representación esquemática de la dinámica del anillo mitral. El mecanismo es conseguido mediante la reducción de la distancia entre los puntos elevados anterior (A) y posterior (P), lo cual aumenta la altura y reduce la distancia entre los puntos deprimidos medial (M) y lateral (L) del anillo mitral.

Valocik. European Journal of Echocardiography 2005; 6:443-454

4. Geometría tridimensional del anillo en la insuficiencia mitral.

Se han realizado múltiples estudios acerca de la geometría tridimensional del anillo mitral en las distintas patologías del VI y en la regurgitación mitral.

El anillo valvular mitral es una estructura dinámica, con morfología en “silla de montar” y que presenta unas variaciones en su tamaño y conformación entre el 15 y el 35% durante el ciclo cardiaco. En la insuficiencia mitral se producen cambios basales y durante el ciclo cardiaco en la configuración del mismo, diferentes en función del tipo de afectación mitral (isquémica frente a mixoide) (91). El remodelado del anillo mediante anuloplastia se considera un componente esencial de una reparación efectiva y duradera. Hay distintos tipos de anillos de anuloplastia disponibles, incluyendo rígido frente a flexible, completo frente a parcial, planos frente a morfología en “silla de montar”. Existe un debate acerca del mejor tipo de anillo aún no resuelto. La información aportada por el eco 3D podría influir en el diseño de futuras prótesis y anillos.

El eco 3D se ha usado también para evaluar diferencias en la forma y dinámica de distintos tipos de anillo mitral: el de Duran es no planar, y presentaba cambios en el área anular a lo largo del ciclo cardiaco, mientras que el de Carpentier era planar y no cambiaba su área. (92-93).

En la insuficiencia mitral funcional, el anillo presenta una mayor área y perímetro que en pacientes normales, así como una disminución de la variación cíclica de la forma y área del anillo (88,89).

El anillo no pierde la morfología en forma de montar, pero se aplana. La dilatación se produce más llamativamente en la dirección septo-lateral que en la de comisura-comisura. Los pacientes con IM isquémica, presentan una motilidad anular alterada y especialmente disminuida en la región posterior del anillo (94,95) Figura 5.

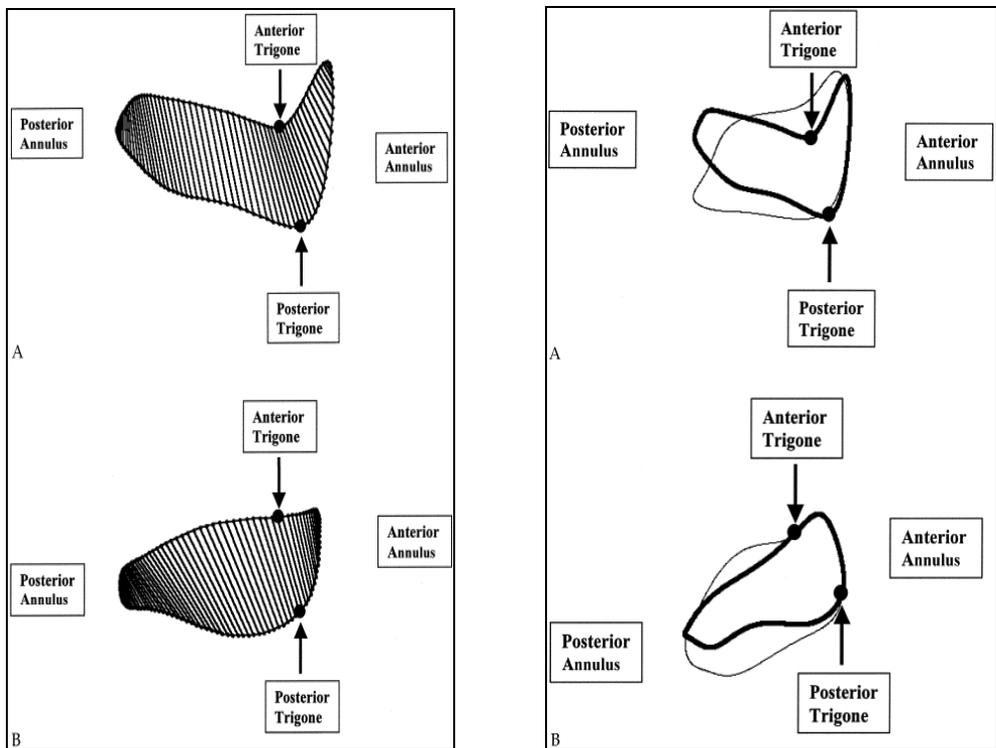


Fig 5a La zona sombreada representa el área del anillo, calculada automáticamente por integración numérica. A: anillo mitral normal. B: anillo mitral isquémico.

Fig 5b El anillo se reconstruye en telediástole (trazo grueso) y en telesístole (trazo fino). Se demuestra el cambio en la geometría del anillo (forma) y en su motilidad. A: anillo mitral normal B: anillo mitral isquémico. Ahmad. Ann Thorac Surg. 2004;78:2063-8.

Esta dilatación forma asimétrica del anillo en la insuficiencia mitral severa en determinadas condiciones podría influenciar la elección de la técnica reparadora. En un estudio de 29 pacientes frente a 15 controles, se mostró

que en IM significativa por prolapso de velos, el anillo posterior se alargaba, mientras que la distancia intertrigonal anterior no cambiaba. Estos datos apoyan que la reducción anular posterior con un dispositivo flexible en el momento de la reparación mitral es importante en estos casos y que no es necesario alterar la porción intertrigonal anterior del anillo mitral (96).

Por otra parte hay un acuerdo general acerca de que la medida del anillo es de gran importancia en la reparación valvular mitral. Esta medida se realiza habitualmente usando medidores comerciales durante la cardioplejia en el corazón sin volumen ni latido. La medida se basa en la distancia intertrigonal o en la altura del velo mitral anterior, éste último se considera el criterio más importante. La medida precisa del anillo puede ser compleja en pacientes con exposición difícil de la válvula en el campo quirúrgico. Una desproporción entre el tamaño del anillo mitral y el protésico pueden condicionar bien regurgitación mitral residual (anillo de anuloplastia demasiado grande) o estenosis mitral (anillo demasiado pequeño).

En 50 pacientes previo a RVM, se hizo una valoración 3d de la válvula mitral y una estimación por ordenador del anillo adecuado, sobreponiéndolo a la reconstrucción valvular. Se encontró una buena correlación con el número del anillo escogido por el cirujano. Esto podría ser de interés también en el procedimiento de reparación mitral percutánea (97).

La reciente introducción de la ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real ha permitido valorar intraoperatoriamente el resultado de distintos tipos de anillo (completos o parciales) sobre la planaridad del mismo tras la reparación mitral. Así los anillos completos disminuían la planaridad del anillo, mientras los parciales la modificaban en menor cuantía. Ninguno de los dos restablecía por completo la morfología basal del anillo mitral (98) (Mahmood)

5. Correlación de la ecocardiografía tridimensional con los hallazgos anatómicos.

Prolapso, flail, endocarditis

La correlación entre los hallazgos anatómicos y los de la ecografía tridimensional ha sido evaluada en varios estudios.

El prolapso valvular mitral es una de las indicaciones rutinarias de ésta técnica en la actualidad en algunos centros, para valorar de forma precisa las características del prolapso previo a reparación valvular. El modo M y el modo 2d frecuentemente han dado lugar a diagnósticos falsos positivos y falsos negativos. Esto es una consecuencia de las relaciones no planares entre los velos y el anillo en la válvula mitral.

El eco 3d delimita la localización del prolapso y la extensión y el volumen del segmento prolapsante, y determina la porción de válvula con mayor grado de prolapso. La anchura del prolapso y su cociente respecto al anillo mitral se correlacionan con los hallazgos quirúrgicos. Esta información puede ayudar al cirujano para decidir la extensión de la válvula que ha de ser resecada. Se ha descrito además una alta correlación entre el área del velo prolapsante por 3D y la severidad de la insuficiencia mitral, así como con el orificio regurgitante (99)

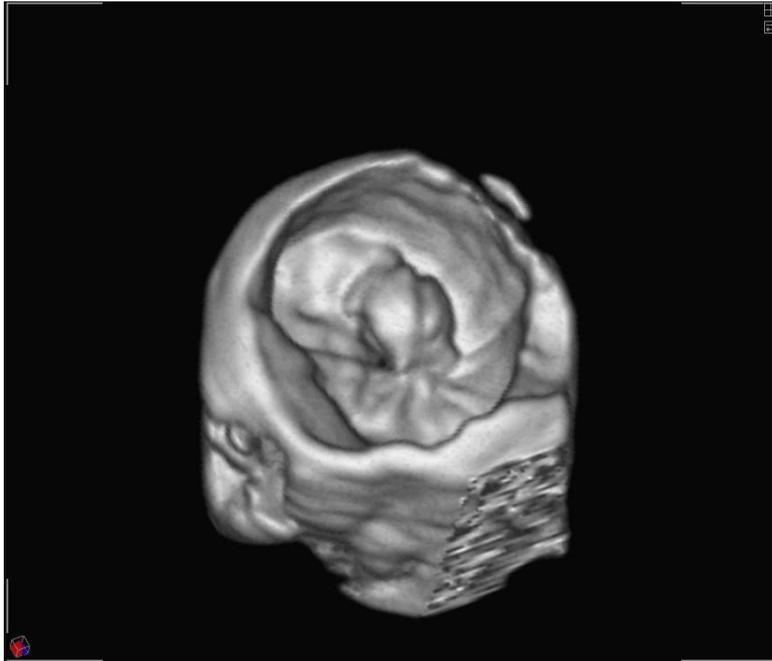


Figura 6. Prolapso de gran segmento central de velo posterior (P2)

Se valoran asimismo la afectación comisural y las características del anillo mitral con sus cambios sistó-diaстólicós. Todo lo anterior es de interés para el cirujano en la reconstrucción (100).

La concordancia entre los hallazgos del eco 2d y 3d respecto a los hallazgos quirúrgicos son variables en los distintos estudios publicados. En el estudio de De Castro, la concordancia del eco 2D y la cirugía para evaluar la afectación de los segmentos fue del 76% para el velo anterior y 75% para el posterior. Entre el 3D y la cirugía fue del 87% y 93% respectivamente (101,102).

Ahmed y cols evaluaron la precisión del eco 3d respecto a la cirugía en 36 pacientes con PVM sometidos a cirugía. Los segmentos afectados fueron localizados en un 94% de pacientes. La correlación fue perfecta en 78% de pacientes. En 6 pacientes el 3d reveló más segmentos de los vistos por la cirugía, probablemente por prolapsos menos marcados.

El eco 3d detecta por tanto áreas adicionales de prolapso respecto al estudio bidimensional y respecto a los hallazgos quirúrgicos en casos de prolapso menos prominente, lo que parece indicar una mayor sensibilidad de este método para la detección de grados más ligeros de prolapso que el eco 2d por un lado, y que la visualización directa de la válvula en situación de cardioplejia por otro. Otra de las ventajas importantes de la técnica en los estudios perioperatorios del prolapso valvular mitral han sido la excelente correlación intra e interobservador observadas (103).

Delabays y cols estudiaron 91 pacientes con prolapso valvular mitral que son operados, y analizan la correlación con los hallazgos quirúrgicos en cuanto a la localización y a la extensión del prolapso, encontrando una excelente correlación tanto en la localización como en el volumen de tejido resecaado. El prolapso, tras una visión frontal de la válvula se confirma en eje largo y permite apreciar mejor la relación entre el tejido valvular y el plano del anillo. Este plano permite además ver y medir el orificio regurgitante, su forma y su variación a lo largo del ciclo cardiaco (104).

2.6 Metodología del estudio tridimensional por ecografía 3d

A Macnab y cols presentan por primera vez un método sistemático para valorar la válvula mitral mediante eco 3d (105). Estaba motivado por la experiencia de que la visión frontal o quirúrgica no era adecuada para la valoración precisa en muchos de los casos. Se estudian 58 pacientes que van a ser reparados.

C: Se demuestra que el análisis de planos longitudinales, no solo de la visión "frontal" o "quirúrgica de la válvula permiten identificar de forma más precisa la patología (95% de precisión frente a 50% con las visiones frontales). Por tanto se considera que las visiones frontales aisladas son inadecuadas y que las longitudinales son imprescindibles para una inspección completa de la morfología valvular.

Este es el primer estudio que se propone evaluar de forma sistemática la válvula mitral con ecocardiografía transesofágica 3d. Estudian pacientes bajo sedación o anestesia general. Proponen un sistema de seis planos: visión frontal que se obtiene buscando un plano perpendicular al eje largo del ventrículo (fig7) y luego sobre él otros cinco para visualizar: A1-P1, A2-P2, A3-P3, comisura anterolateral y comisura posteromedial (fig 8)

En el estudio, se descartaron 12 pacientes (17%) por fallo en la adquisición 3d, debida a artefactos de movimiento (tos, hipo, dificultad con

la sincronización del ECG y fallos del equipo). El tiempo medio de adquisición fue de 3,83 minutos, en ritmo sinusal menor que en FA, aunque no fue significativo. La adquisición bajo anestesia fue más rápida que bajo sedación. El tiempo de reconstrucción fue de 19 minutos.

Los scores de reconocimiento de afectación de segmentos fueron significativamente mejores para las reconstrucciones longitudinales que para la visión frontal. Permitieron una identificación más precisa de cada uno de los velos, aunque no ofrecieron ventajas en la valoración de las comisuras.

El 3d identificó la patología valvular en un 95% de los casos respecto a los hallazgos quirúrgicos cuando se combinaron las seis proyecciones (precisión de la visión frontal 50%, de las longitudinales 95%).

Las vistas longitudinales fueron mejores para identificar la mayoría de causas primarias independientemente del tipo, la localización de la lesión o el número de segmentos implicados. La principal razón para la menor precisión de la visión frontal, fue la presencia de artefactos causados por reverberaciones en la aurícula izquierda. Dado que para ver p ej. un flail es necesario alejar el plano de corte de la válvula, cualquier reverberación en la aurícula impide una visión frontal de calidad, aspecto que se evita con los cortes longitudinales.

Algunos autores han defendido las proyecciones desde VI, pero este grupo no encuentra que ofrezcan una utilidad adicional.

El basarse solo en la visión frontal desprecia el principal beneficio del eco 3d, que es la posibilidad de analizar la matriz de datos en cualquier plano que se elija. En teoría sería posible encontrar cortes similares a los del 3d mediante ecocardiografía 2d, sin embargo en válvulas complejas en general es muy difícil encontrar de forma fiable la posición de corte a lo largo de la línea de cierre de la válvula y poder asegurar que el plano corta los velos perpendicularmente a la misma.

La ventaja del 3d es que permite posicionarse mediante visiones longitudinales perpendicular a la línea de cierre mitral en cualquier lugar entre las comisuras. Esto permite un análisis sistemático de válvulas complejas, con varios segmentos prolapsantes, perforaciones o anomalías comisurales.

Esta ventaja es de gran importancia para la identificación precisa de los segmentos afectos y su potencial reparabilidad.

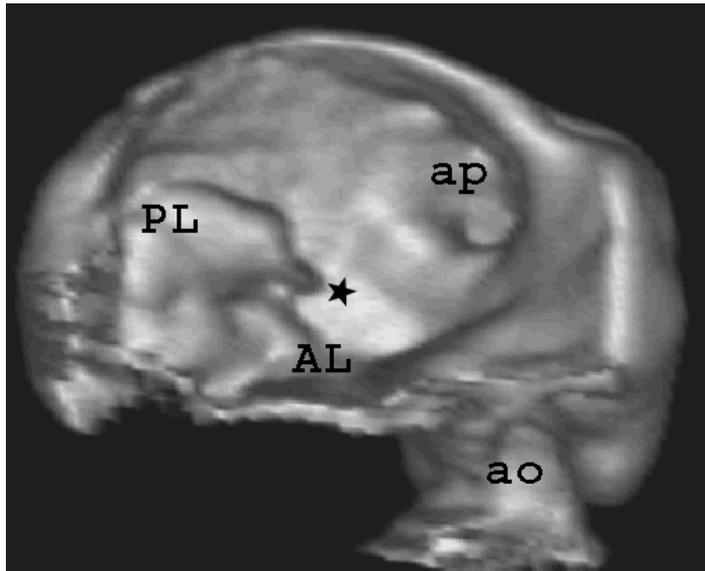


Figura 7. Visión lateral de un prolapso prominente de velo posterior (pl) con rotura de cuerda (estrella). AL: velo anterior. PL: velo posterior. Ap: apéndice. Ao: aorta

En los últimos tiempos se están desarrollando distintos programas de reconstrucción semiautomática de la anatomía del anillo y de la segmentación valvular, de forma relativamente sencilla y rápida, lo que está permitiendo su aplicación intraoperatoria (106) (Fig 8)

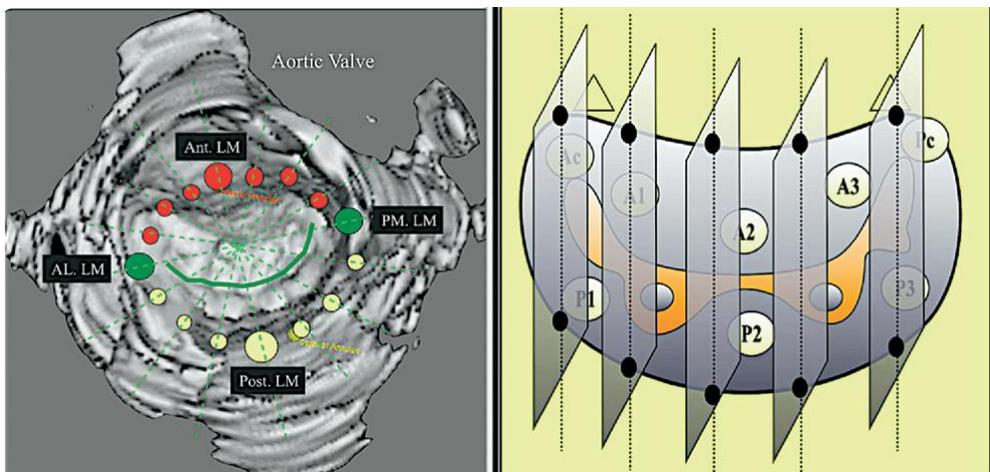


Fig 8. Reconstrucción del anillo mitral entre los límites anterior, posterior, anterolateral y posteromedial en una serie de cortes bidimensionales. La figura de la izquierda muestra el volumen de datos tridimensional, con los planos de corte 2d

superimpuestos en el mismo. El gráfico de la derecha muestra como se produce la reconstrucción del anillo basado en la identificación de estos límites. Ant LM: límite anterior. Post LM: límite posterior. AL LM, límite anterolateral. PM. LM; límite posteromedial.

Mahmood F, J Cardiothorac Vasc Anesth. 2008; 22:292-298.

2.7 Estudios comparativos de ecocardiografía bi y tridimensional en la insuficiencia mitral

El eco 2d tiene limitaciones en la valoración de la válvula mitral regurgitante, por distintas razones:

1. La anatomía compleja de esta válvula y la necesidad de interpretar un número limitado de imágenes bidimensionales.

2. La sensibilidad y especificidad del transesofágico convencional disminuyen cuando está afecto más de un segmento o cuando existe afectación de comisuras.

3. Las imágenes por transesofágico de la válvula mitral no son explicativas por sí mismas, es necesario un alto grado de formación para su interpretación (el cirujano no puede valorarlas sin más).

4. Algunos segmentos como P1, A1 y A3 están afectados en escasas ocasiones, y solo se encuentran en general en lesiones combinadas. En estos segmentos, el 2d parece ser menos sensible y tener peores valores predictivos.

El eco 3d ha mostrado su superioridad en la valoración de las afecciones complejas de la válvula, prolapso de dos velos, de segmentos no adyacentes y de regiones comisurales. Ha mostrado además un valor predictivo negativo superior al 2d, es más capaz de identificar y de detectar normalidad. Ambas propiedades, la alta sensibilidad para detectar la lesión anatómica y funcional responsables y la de definir la normalidad, pueden

tener un gran impacto en la decisión clínica y en el plan de la estrategia quirúrgica.

En los primeros estudios comparativos entre las modalidades transesofágicas bi y tridimensional, la concordancia 2d-cirugía respecto a los segmentos que prolapsaban se describió del 76% en velo anterior y 75% en el posterior, frente a 87% y 93% respectivamente mediante la técnica tridimensional (101).

Macnab y cols, describe una precisión del eco 3d del 92% frente a un 79% con el 2d (107). Usan el método bidimensional de valoración de la válvula mitral propuesto por Foster (62).

El eco tridimensional fue superior en la visualización completa de la válvula, valoró un 97% de segmentos, frente a un 90% el 2d. Las mayores diferencias se encontraron en la valoración de las comisuras (143/150 con 3d, 90/150 con 2d.) Hubo 23 pacientes con enfermedad compleja (afectación de dos o más segmentos no adyacentes, o con fisiopatología distinta). El 3d en ellos fue superior no solo en el reconocimiento de los escores sino en la descripción precisa morfológica y funcional. En su experiencia el eco 3d es especialmente útil en válvulas complejas, con flail importante o mucho tejido redundante, donde la orientación de la línea de cierre valvular es fundamental a la hora de identificar la anomalía subyacente.

El método de combinar las vistas de frente y longitudinales, permite asegurar que se ven todos los segmentos valvulares. Además se minimiza así el riesgo de artefactos que parecen perforaciones.

Otro de los valores fundamentales del 3d fue su alto poder predictivo negativo, que es de gran impacto a la hora de decidir la posibilidad de reparación.

El grupo de A Fabricius y cols (108). compara ambos métodos en una serie de 51 pacientes. Describen las limitaciones del eco 3d transesofágico en este contexto: la disminución de la calidad de imagen debida a movimientos del paciente, patrón respiratorio variable o arritmias y el tiempo extra de estudio necesario para la reconstrucción de las imágenes. Los pacientes con FA tuvieron imágenes de peor calidad.

M Pepi y cols (109) publican la primera serie importante que compara las modalidades 2d y 3d tanto mediante ecografía transtorácica como transesofágica en 112 pacientes consecutivos con IM severa secundaria a prolapso. Las técnicas tridimensionales se realizaron en un tiempo relativamente breve (transtorácico en 7 ± 4 min, y transesofágico en 8 ± 3 min).

El eco 3d transeesofágico fue el más preciso (precisión del 96%) en la identificación de las lesiones valvulares. El eco 3d transtorácico y el 2d transeesofágico tuvieron precisiones similares (90% y 87%) mientras que el eco 2d transtorácico tuvo la menor precisión (77%). Figura 9.

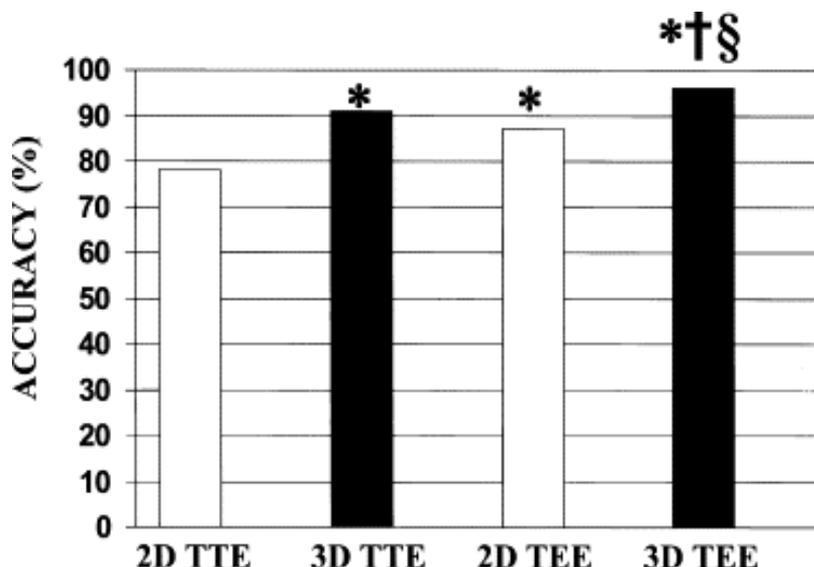


Fig 9.

Precisión global de las cuatro técnicas en la identificación de la patología valvular mitral. * $p < 0.001$ frente a 2d transtorácico; † $p < 0.001$ versus 3D transtorácico; †§ $p < 0.001$ versus 2d transeesofágico. 2D:two-dimensional; 3D:three-dimensional; TEE:ecocardiografía transeesofágica; TTE:ecocardiografía transtorácica. M Pepi, J Am Coll Cardiol. 2006;48: 2524-2530.

Se concluye que el eco 3d transtorácico y transeesofágico son viables y útiles para identificar el prolapso mitral. Fueron superiores al eco 2d, por lo que deben considerarse una técnica complementaria importante en las decisiones acerca de la reparación valvular mitral. En el estudio de Pepi, de nuevo la sensibilidad y especificidad del 3d transeesofágico fueron especialmente altas en lesiones complejas, especialmente las comisurales.

Otro hallazgo importante de este estudio, es que el eco 3d transtorácico se muestra como un método preciso y rápido para valorar el prolapso valvular mitral, con una precisión del 91%, superior a la ecografía transtorácica 2d (78%) y similar al 2d transeesofágico. Su limitación es que presenta una calidad de imagen pobre en un tercio de los casos, o una resolución temporal insuficiente en otros, por lo que el estudio transeesofágico sigue siendo la técnica de elección para el planteamiento quirúrgico de estos pacientes.

El grupo de Muller y cols publica otra serie de 74 pacientes consecutivos previo a reparación valvular mitral (111). en la que el eco transesofágico 3d fue respecto al 2d superior en sensibilidad, especificidad y valores predictivos, aunque no siempre significativos por la escasa frecuencia de algunas lesiones. Fue claramente superior en los defectos comisurales y de dos velos. La conclusión es que cuanto más compleja es la lesión, más útil es el 3d comparado con el 2d.

2.8. Ecocardiografía tridimensional en tiempo real.

El grupo de (111) realizó por primera vez un estudio de viabilidad general del eco 3d en tiempo real en distintos tipos de patologías. La válvula mitral pudo ser reconstruida adecuadamente (menos de 25% de artefactos de pérdida de tejidos) en un 70% de 150 pacientes consecutivos, y en un 78% de pacientes con buenas ventanas.

El velo anterior se visualizaba mejor que el posterior. Se obtenía una visión de forma completa en 55%, mientras 21% tenían artefactos de pérdida de tejido ligeros. El velo posterior se veía enteramente en 51%, mientras en 18% la visualización era casi completa. Fig 10. Ambas comisuras y el orificio valvular mitral se veían en 69% de los pacientes.

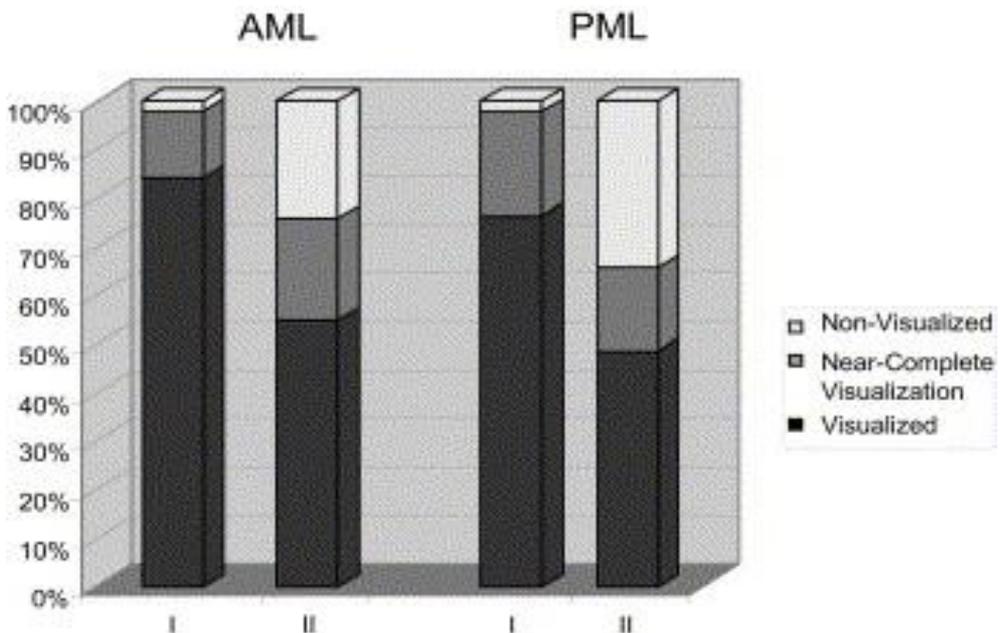


Fig 10. Segmentos no visualizados (>25%), casi completos (<25%) y visualizados de los velos mitrales anterior (AML) y posterior (PML) en pacientes no consecutivos (protocolo I) y consecutivos (protocolo II). Sugeng L, J Am Soc Echocardiogr. 2006; 19:413-21.

El velo posterior se veía mejor desde la proyección paraesternal, mientras que el velo anterior se veía igualmente desde la ventana apical y la paraesternal. La explicación posible es que desde la proyección apical el velo posterior está en un campo lejano, y que es un velo de menor tamaño que el anterior. La mejor visualización del velo anterior se obtenía desde la proyección apical, especialmente desde la perspectiva ventricular.

El eco 3D en TR puede servir también para valorar los resultados de la reparación valvular mitral, especialmente en la detección de las áreas de dehiscencia. Estas últimas se diferencian de zonas de pérdida de tejido por sus bordes suaves y por el flujo que las atraviesa.

Limitaciones en la visualización fueron calcificación del anillo mitral y prótesis, por la alta reflectividad de estas estructuras, que produce zonas más importantes de pérdida de tejido, porque requiere prefijar umbrales más altos.

Posteriormente empiezan a aparecer algunos estudios de concordancia entre los hallazgos de la ecografía 3d en tiempo real respecto a la cirugía,

con buenos resultados iniciales (112) y los primeros estudios comparando la nueva modalidad con la ecografía 2d transesofágica.

El estudio de R Sharma y cols, muestra en una serie de 44 pacientes con insuficiencia mitral severa, una similar precisión de la nueva técnica respecto al estudio habitual transesofágico (113)

No encontraron diferencias significativas en cuanto a la precisión de la localización del segmento afecto entre ambos métodos. La concordancia interobservador fue del 92% para el estudio transesofágico y del 88% para el eco 3D en tiempo real (no significativo).

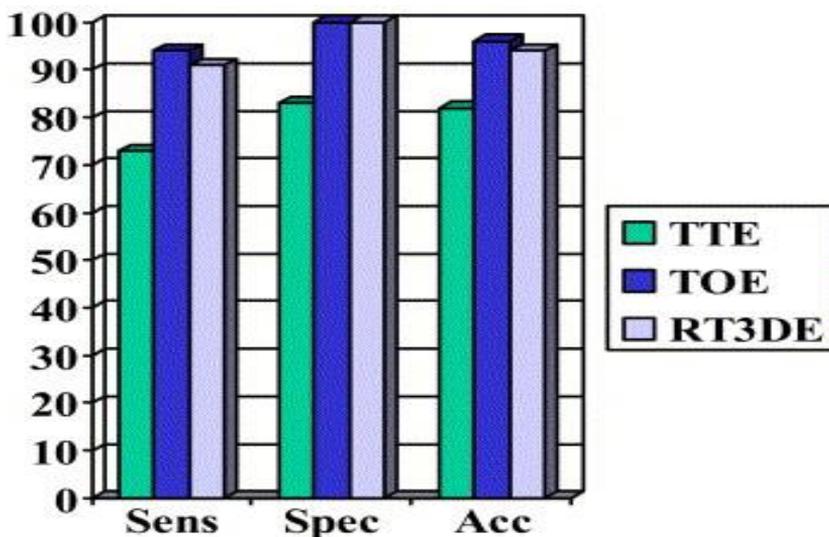


Fig 11. Precisión de la ecocardiográfica transtorácica (TTE), transesofágica (TOE), y tridimensional en tiempo real (RT3DE) en el diagnóstico de la afectación de de la válvula mitral en 39 pacientes con calidad de imagen adecuada para el análisis con RT3DT. De 44 pacientes, 5(11%) fueron excluidos del estudio por ventana inadecuada para RT3DT. Acc, precisión; Sens, sensibilidad; Spec, especificidad.

Sharma R, J Am Soc Echocardiogr 2007; 20: 934-940.

Concluyen que el eco 3D en tiempo real es viable y que presenta una precisión similar que el estudio transesofágico para la localización precisa del segmento prolapsante.

Sin embargo, la técnica está limitada por la pobre calidad de imagen en un 11% de los pacientes. Por tanto la consideran una alternativa viable cuando la calidad de imagen es adecuada por eco transtorácico. Dado que en 11% de los pacientes la calidad de imagen es subóptima para la valoración por eco 3D en tiempo real, y la baja resolución espacial y temporal, el eco 2D transesofágico sigue siendo el patrón de referencia.

El grupo de E Agrícola Comparó la precisión del 3d en tiempo real respecto al transtorácico y transesofágico 2d en 63 pacientes consecutivos con insuficiencia mitral orgánica severa. El 3D pudo realizarse en 94% de los pacientes. Respecto a los hallazgos quirúrgicos, la precisión fue del 91% para la etiología, 92% para el mecanismo, 94% para el prolapso, 88% para el flail y 94% para la localización del defecto.

Proporcionó un incremento diagnóstico respecto al transtorácico bidimensional y similar al transesofágico tridimensional, por lo que sugieren que puede obviar la necesidad de transesofágico en pacientes con buena ventana acústic (114).

Otros estudios recientes en series de pacientes siguen encontrando una precisión similar entre esta nueva modalidad y la ecografía transesofágica en pacientes que van a ser sometidos a reparación valvular (115) o en la comparación directa entre los dos métodos (116,117) Estos estudios describen unos tiempos de estudio alrededor de los 15 minutos.

La serie más extensa y recientemente publicada analiza la precisión de la nueva tecnología en 200 pacientes consecutivos con insuficiencia mitral degenerativa sometidos a reparación valvular. El eco 3d permitió una identificación precisa de la lesión en el 95% de los casos. Más del 60% presentaban una lesión compleja. El tiempo de estudio estuvo alrededor de los 5 +/- 3 minutos, con una calidad de imagen buena (67%) u óptima (21%) en la mayoría de los casos. (118)

Otras aplicaciones del eco 3D en tiempo real

Se están publicando estudios analizando distintos aspectos de la valoración tridimensional posterior a la reparación valvular mitral (119). y cols describen una mejor visualización de la morfología valvular y un aumento de la precisión del área valvular mitral tras la reparación con esta técnica que con el eco bidimensional.

Otros estudios están analizando el efecto de la anuloplastia mitral percutánea experimental sobre los cambios morfológicos del anillo mitral a medio plazo (120) y los mecanismos mecanismos de la competencia valvular mitral tras la cirugía con anillos protésicos (121)

2.9 Ecografía transesofágica 3d en tiempo real en la reparación mitral.

El grupo de L Sugeng y cols (122) publicó las primeras experiencias de la ecografía transesofágica en tiempo real en una serie de 211 pacientes con diversas patologías.

Respecto a los hallazgos sobre la válvula mitral, consiguen una visualización excelente de la misma; visión del 85-91% de todos los segmentos de ambos velos. Los escores de visualización de la VM estuvieron entre 1.74 y 1.91 (1: visualización de al menos 75%, 2: superior al 75%). Se obtuvo también una visualización excelente de las relaciones estructurales de la válvula con las estructuras circundantes, así como del anillo y estructuras subvalvulares.

Esto sugiere que puede transformarse en una de las modalidades de elección para valorar la válvula durante el plan perioperatorio de la cirugía valvular mitral.

Grewal y cols (85) han estudiado el papel del ecocardiograma transesofágico en tiempo real en el contexto intraoperatorio de la reparación valvular mitral, comparándolo con el transesofágico bidimensional. Se estudiaron 42 pacientes consecutivos sometidos a reparación valvular mitral. La adquisición 3D se realizó en un corto periodo de tiempo (60 +- 18 segundos) y fue posible en todos los pacientes, con calidad de imagen óptima (36%) o buena (33%) en la mayoría de los casos. El eco 3D fue superior al 2D en el diagnóstico de P1, A2 y A3 y en la enfermedad de dos velos.

En una serie reciente de 73 pacientes con insuficiencia mitral con lesión de Carpentier tipo II, se evaluó la concordancia del 3d con los hallazgos quirúrgicos. Fue del 88% (64/73). El 3d mostró más segmentos con prolapso que los detectados intraoperatoriamente por el cirujano. Por tanto parece un método muy sensible para detectar la afectación valvular mitral durante la cirugía (123).

Por tanto se trata de un método viable para identificar enfermedad valvular mitral en el contexto de enfermedad compleja y puede ser usado en la evaluación intraoperatoria de pacientes que van a someterse a reparación mitral.

3. ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL EN LA INSUFICIENCIA MITRAL SECUNDARIA

La insuficiencia mitral secundaria se define como una insuficiencia de una válvula estructuralmente normal y que se produce como consecuencia de una disfunción ventricular regional o global. Es una complicación de una miocardiopatía isquémica, dilatada o hipertrófica.

La insuficiencia mitral funcional se asocia con un aumento de la mortalidad independientemente del grado de disfunción ventricular izquierda. Los mecanismos que participan en su desarrollo están relacionados con la

geometría de la válvula, el anillo y los músculos papilares. Dado que la relación de estas estructuras anatómicas es explícitamente tridimensional, la ecocardiografía 3d proporciona la mejor manera de estudiar esta relación.

La reconstrucción tridimensional del aparato subvalvular mitral ha permitido la evaluación del mecanismo de la IM funcional en pacientes con disfunción ventricular y cardiopatía isquémica. Las hipótesis que competían eran la disfunción del VI por alteración en las fuerzas de cierre de los velos frente a la distorsión geométrica del aparato subvalvular por la dilatación del VI, lo que aumentaría la tensión (tethering) de los velos y restringiría el cierre (Figura 1).

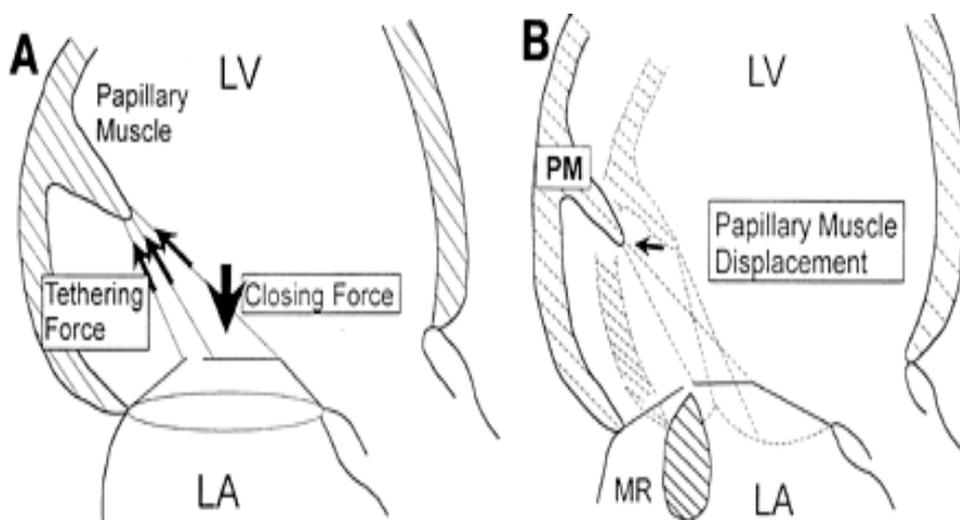


Figura 1

A, Balance de fuerzas aplicadas a la válvula mitral. B, Esquema del efecto potencial de un desplazamiento posterior del músculo papilar posterior combinado con una dilatación anular que impide la normal coaptación de velos y causa insuficiencia mitral.

Otsuji 2001 JACC 2001; 37: 641-648.

En estudios experimentales se demostró que la disfunción ventricular sin dilatación no producía IM significativa, y que la severidad de la misma no se correlacionaba con la FE, sino con la distancia de tensión ("tethering") de los papilares (especialmente el posterior) al anillo anterior (124,125)

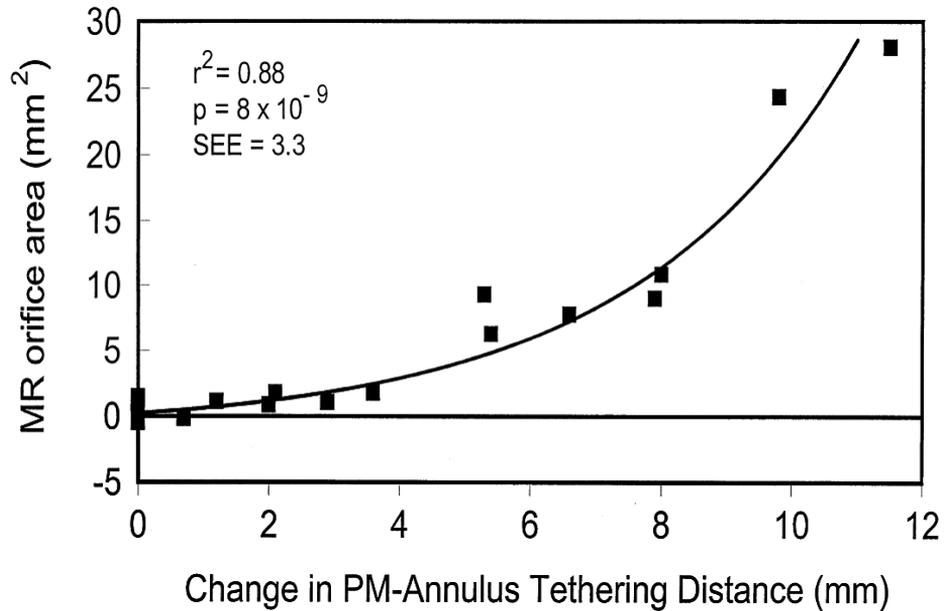


Figura 2
Cambios en el área del orificio de la insuficiencia mitral frente a los cambios en la distancia de tethering.
Otsuji, 2001. JACC 2001; 37: 641-648.

Por otra parte, la disfunción papilar se desestimó como un mecanismo plausible, dado que en estudios experimentales, la producción de un infarto en el papilar disminuía la distancia de tethering y consiguientemente el grado de IM (126). Figura 3

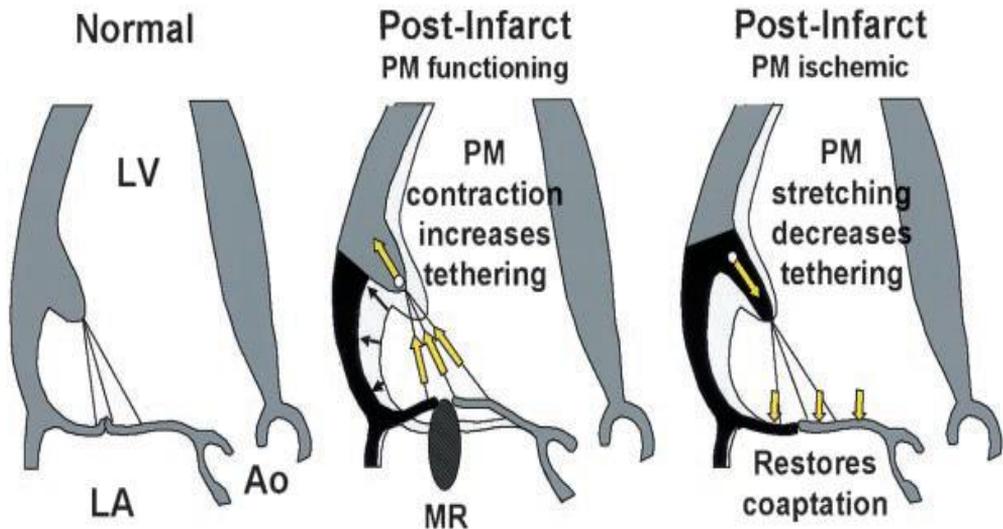


Figura 3

Hipotesis: Como puede la disfunción del músculo papilar disminuir la insuficiencia mitral isquémica. A la izquierda la configuración basal del ventrículo izquierdo, con un cierre normal de los velos mitrales. En medio, un infarto inferobasal con papilar posterior todavía funcionando, que causa IM por un desplazamiento hacia fuera de la región basal inferior. A la derecha, la extensión de la zona isquémica para incluir el músculo papilar puede paradójicamente disminuir la IM reduciendo la tensión de forma que los velos pueden asentarse mejor a nivel del anillo. Ao: aorta LV: ventrículo izquierdo. LA: aurícula izquierda. PM: músculo papilar. MR: regurgitación mitral. Messas, Circulación 2001; 104: 1952-1967

Por tanto, mecanismos como la disfunción ventricular o la disfunción del músculo papilar por sí mismos son en principio poco aceptados. Parece que el remodelado de la región isquémica produce dilatación del VI con desplazamiento subsiguiente de los músculos papilares. Esto produce un aumento de la tensión de las cuerdas y del tenting de los velos, que produce una IM por disminución de la aposición de velos. Se demuestra por tanto que la presencia de IM en pacientes con miocardiopatía dilatada e isquémica es una enfermedad del miocardio remodelado, más que una anomalía valvular verdadera o primaria.

Así, la teoría fisiopatológica de la insuficiencia mitral isquémica ha pasado por distintas hipótesis antes de llegar a la conclusión de que está producida por la integración de varios mecanismos, cada uno de los cuales tiene un peso diferente en su generación. El requisito inicial para su desarrollo es la presencia de remodelado local o global del ventrículo izquierdo que causa una alteración en las relaciones geométricas entre el ventrículo y el aparato

valvular, generando una movilidad restringida de los velos denominada "cierre incompleto de velos mitrales".

La dilatación anular y o la disfunción ventricular izquierda y más recientemente la disincronía ventricular parecen poseer papeles adicionales como factores moduladores del grado de insuficiencia mitral. Por tanto, hay varios factores que interactúan causando la regurgitación.

La insuficiencia mitral isquémica complica con frecuencia la cardiopatía isquémica severa, y condiciona el pronóstico de estos pacientes. Hay una amplia variación en el espectro clínico de la misma dada la variable localización y cronicidad de la isquemia, y las anomalías en el remodelado anular y ventricular. Como resultado, hay una falta de consenso en el tratamiento de estos pacientes. La mayoría de las opciones quirúrgicas no corrigen cada una de estas condiciones en todos los pacientes. Probablemente, el tratamiento debería ser individualizado para cada paciente.

Este concepto de la insuficiencia mitral secundaria a una alteración morfológica concreta del aparato subvalvular a llevado a múltiples estudios experimentales intentando resolver quirúrgicamente el defecto detectado en el estudio tridimensional del aparato valvular mitral. El acortamiento de cuerdas es uno de los nuevos abordajes quirúrgicos, que consiste en cortar un número crítico de cuerdas basales, que alivian la tensión de los velos mejorando la coaptación de los mismos. Se ha realizado también este tipo de cirugía en humanos, en casos seleccionados, con buen resultado (figura 4) (127-130).

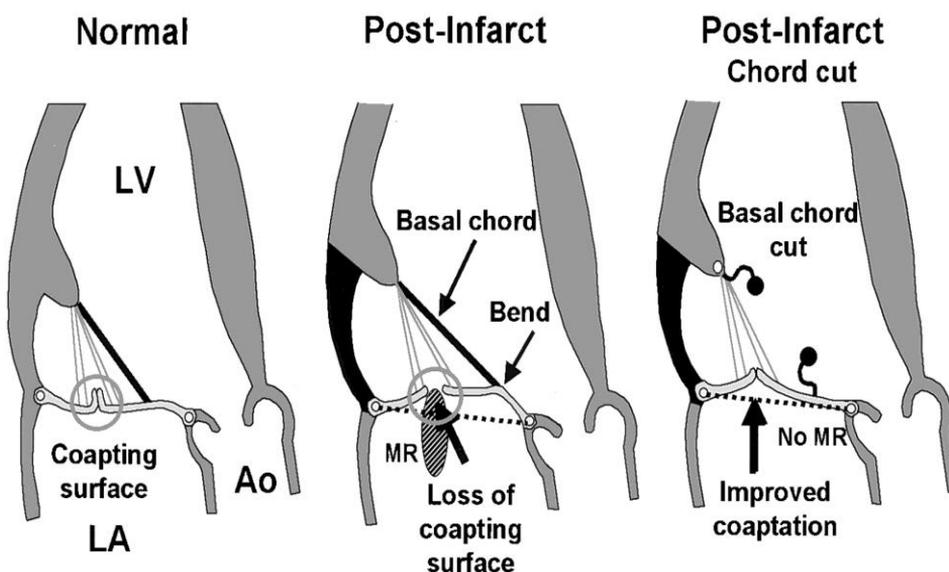


Figura 4. A la izquierda, basalmente, el área de los velos excede la cantidad necesaria para cubrir el anillo, creando una superficie de coaptación de la superficie de los velos para prevenir la insuficiencia mitral. En el centro, un infarto inferior muestra la distorsión de la base del velo anterior, que es pensionado por las cuerdas basales formando un ángulo y reduciendo la superficie de coaptación de los velos, causando insuficiencia mitral. El cortar dichas cuerdas basales puede eliminar esta tracción, mejorar la coaptación y reducir la insuficiencia mitral. Las cuerdas marginales previenen el prolapso. Ao: aorta. LA: auricular izquierda. LV: ventrículo izquierdo. MR: regurgitación mitral. *Messas Circulacion* 2001; 104: 1952-1967

Otro método propuesto es la traslocación de cuerdas (cuerdas artificiales conectadas al anillo medioseptal, imitando la dirección natural de la fuerza de las cuerdas secundarias). En modelos animales de isquemia aguda ha mostrado una mejoría de la función ventricular y de la geometría mitral. Presenta como ventaja frente al corte de cuerdas el que éste último puede comprometer la continuidad válvula-ventrículo, afectando a la función ventricular izquierda (131) (Figura 5)

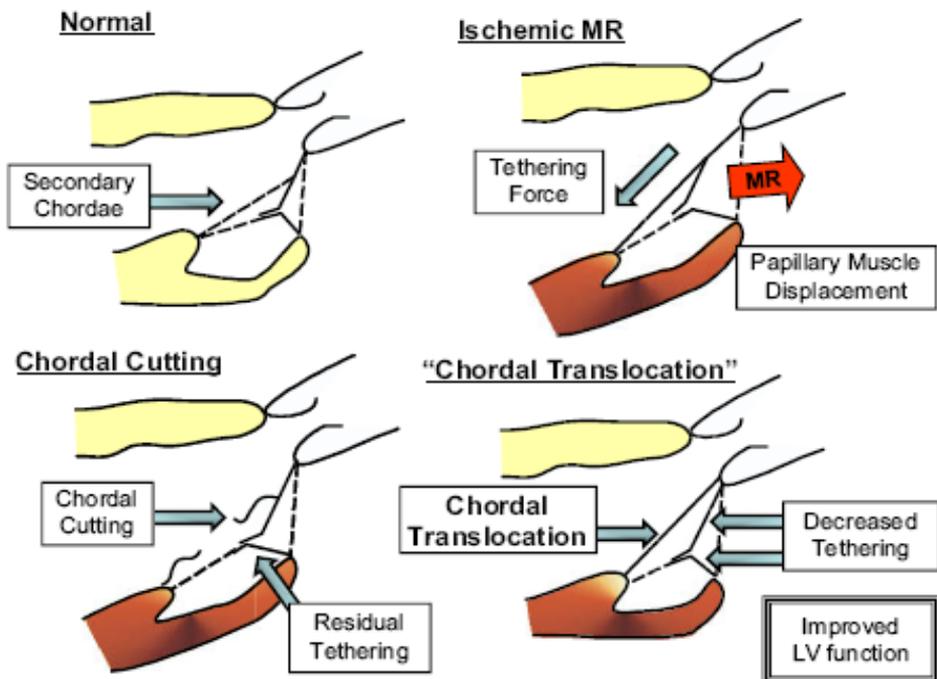


Figura 5. La tensión de los velos anterior y posterior se produce por el desplazamiento del músculo papilar en sentido lateral (arriba derecha). La tensión del velo anterior se reduce tras cortar las cuerdas, no así las del posterior. (Abajo izquierda). La traslocación de cuerdas disminuye la tensión de ambos velos. MR:

regurgitación mitral LV: ventrículo izquierdo. Shinji Masuyama. J Thorac and Cardiovasc Surg 2008 136: 868-875

Otra técnica ensayada en animales ha sido el reposicionamiento de los papilares mediante la inyección de de un polímero (material biológicamente inerte) dentro del miocardio. El propósito es sujetar el miocardio infartado mientras al mismo tiempo se reposicionan los músculos papilares que son tensionados hacia el ápex en la insuficiencia mitral. La inyección del polímero produjo un remodelado reverso del ventrículo izquierdo con un reposicionamiento de papilares que disminuyó la insuficiencia mitral. No hubo un efecto adverso sobre la función sistólica o diastólica del VI (132). Figura 6.

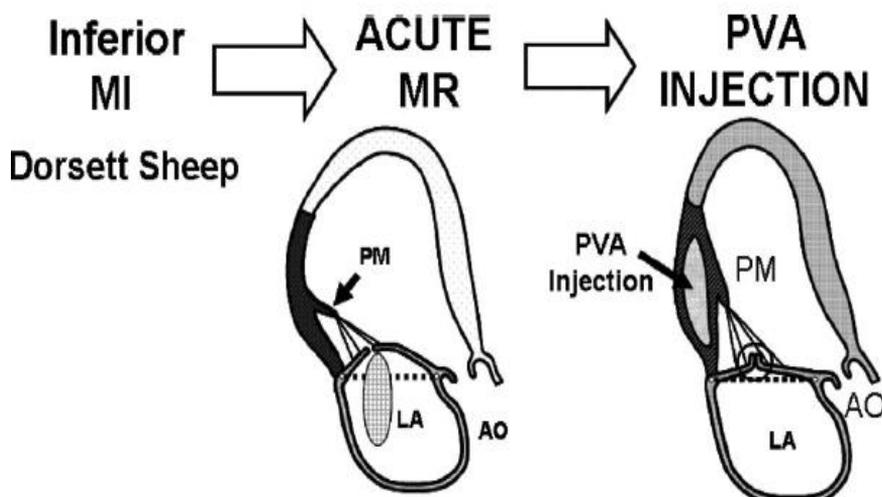


Figura 6. Modelo experimental ovino de insuficiencia isquémica aguda.

PM: músculo papilar. LA:aurícula izquierda. Ao: aorta. PVA injection: inyección del polímero

Hung J Circulation 2008;118: S263-S269.

El eco tridimensional podría ser una herramienta valiosa para identificar el patrón específico de tethering y la adecuabilidad de estos procedimientos a escenarios clínicos determinados.

3.1 Diferencias miocardiopatía dilatada/isquémica y según la localización del infarto

La caracterización del conjunto del aparato mitral usando el eco 3D ha permitido un análisis detallado de los distintos mecanismos implicados en el defecto valvular, así como características diferenciales entre la insuficiencia mitral secundaria a disfunción ventricular o a insuficiencia mitral isquémica.

La insuficiencia mitral funcional en general se ha asociado a dilatación anular y a una reducción de las variaciones cíclicas de la morfología y área del anillo. Sin embargo, en los pacientes con miocardiopatía dilatada se produce un desplazamiento simétrico de los músculos papilares, en conjunción con un alargamiento del anillo mitral, lo que produce una tensión progresiva de las cuerdas y un aumento del tenting mitral. Esto produce una insuficiencia mitral predominantemente central como resultado de una aposición disminuida de los velos valvulares. Estos cambios se asocian con un anillo mitral relativamente no pulsátil, que se desplaza mínimamente hacia el ápex en sístole.

Por el contrario, en los pacientes con insuficiencia mitral isquémica, el remodelado está causado por una motilidad parietal anormal que produce un desigual desplazamiento de los músculos papilares y una tensión asimétrica, asociada con una insuficiencia mitral excéntrica (133,134) Figura 7.

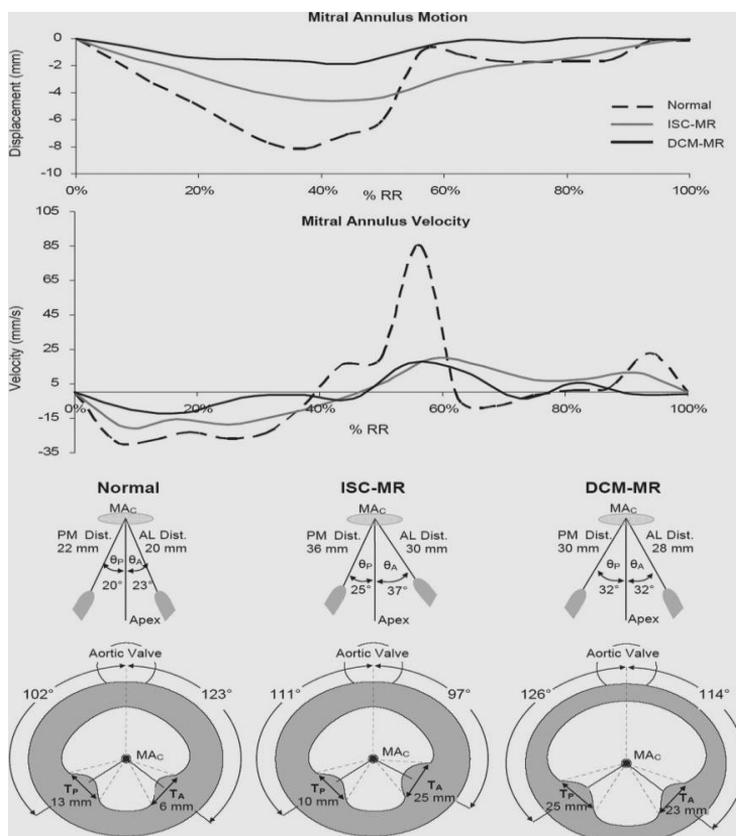


Figura 7.

Ejemplos de la motilidad del anillo mitral (MA) velocidad y posición tridimensional de los músculos papilares obtenidas en sujetos controles y en pacientes con miocardiopatía isquémica y dilatada con regurgitación mitral. PM dist y AL dist, distancias posteromedial y anterolateral de tensión de los músculos papilares. T_P y T_A , grosor basal de los músculos papilares posteromedial y anterolateral. θ_P y θ_A , Ángulos entre el eje largo y la línea conectando el centro del anillo mitral (MAC) y el borde de ambos músculos papilares; α_P and α_A ángulos entre la inserción mediobasal de los músculo papilares y la válvula aórtica respecto al MAC. Veronesi. J Am Soc Echocardiogr. 2008;2:347-354

En pacientes isquémicos se ha encontrado una dilatación anular anormal con aumento de los diámetros intercomisurales y anteroposteriores además de aumento en el tenting de los velos, indicando tensión de las cuerdas. Estos diámetros se han correlacionado con la severidad de la IM. Se ha descrito también un menor desplazamiento anular en los segmentos posteriores. Aquellos pacientes con insuficiencia mitral presentan respecto a individuos normales un mayor aplanamiento del anillo que los que no tienen afectación valvular (135, 136).

La localización del infarto también influye en los hallazgos anatómicos; los pacientes con IAM anterior presentan un anillo aplanado, más pronunciado que en el caso del IAM inferior. En este último, el área de tenting es menor, lo que indica un área mucho más localizada de tensión (137).

Parece que los cambios en la dinámica del anillo y aparato subvalvular se producen progresivamente tras el episodio de infarto; inicialmente hay un descenso del cociente altura del anillo/anchura comisural, mientras que el área del anillo aumenta progresivamente, así como el área y el volumen del tenting (138).

También se ha estudiado la dinámica del anillo mitral a lo largo del ciclo. En el estudio de Veronesi y cos (134) se encontró una disminución de la pulsatilidad del anillo mitral.

3.2 Nuevos parámetros

El estudio 3d del aparato subvalvular está introduciendo nuevos parámetros, como el volumen de tenting, que se ha mostrado en algunos estudios mejor relacionado con la severidad de la IM que el área de tenting 2d (139) o el índice de coaptación (superficie de área de tenting mitral en el inicio del cierre valvular mitral-área en el máximo cierre mitral /área tenting inicio cierre). Este índice está disminuido en pacientes con miocardiopatía dilatada (140).

Recientemente se está estudiando el área de los velos mitrales en pacientes con insuficiencia mitral (141). Concluyen que el área de la válvula aumenta en respuesta a la tensión crónica en pacientes con alteraciones

inferiores y miocardiopatía dilatada, pero que el desarrollo de insuficiencia mitral se asocia a un área valvular insuficiente a la demandada por la geometría de la tensión. Una adaptación variable de los velos podría explicar la heterogeneidad de esta enfermedad entre los pacientes.

Sin embargo, es necesario reconocer que todavía existen muchas incertidumbres acerca de la variabilidad de los valores normales de los parámetros de la válvula mitral o su dependencia de factores como el sexo, edad o superficie corporal. Estudios en individuos sanos han encontrado que las medidas por eco 3d de los parámetros mitrales pueden variar ampliamente en sujetos normales, y que en su uso clínico hay que ajustar aquellos que son dependientes de edad o de superficie corporal (142).

4. VALORACIÓN DEL FLUJO DE REGURGITACIÓN MEDIANTE ECO 3D

La valoración de flujos mediante ecografía bidimensional tiene limitaciones en cuanto a la identificación de la localización espacial de los mismos, y en múltiples ocasiones en su cuantificación, especialmente en el caso de chorros excéntricos. Por ello, todavía no existe un método no invasivo aceptado plenamente para la cuantificación. Las técnicas volumétricas y el pisa aportan una información cuantitativa, pero consumen mucho tiempo e implican cálculos basados en asunciones que introducen imprecisiones.

Las condiciones de carga, presión ventricular izquierda y distensibilidad de cámaras, afectan algunos de los métodos cuantitativos y semicuantitativos; el volumen y fracción regurgitantes son poco aplicables ante coexistencia de regurgitación aórtica, el método de PISA se basa en asunciones geométricas que no se cumplen ante determinadas etiologías de la regurgitación (ej prolapso valvular mitral) y necesita parámetros para la corrección del ángulo en la región del orificio regurgitante. La valoración de la severidad de la insuficiencia mitral es especialmente problemática en el caso de chorros de regurgitación excéntricos.

El flujo de regurgitación mitral puede reconstruirse mediante la ecografía tridimensional, mostrando las estructuras cardiacas adyacentes y el flujo en sí mismo como una escala de color similar a la del eco 2D.

La valoración de los flujos en tres dimensiones ofrece como ventajas la inmediata percepción de la extensión espacial del flujo regurgitante, la visualización de su forma, la localización en la cámara cardiaca, el tamaño relativo a la cavidad e incluso la delineación de las zonas de convergencia de flujo. (Figuras 1 y 2)

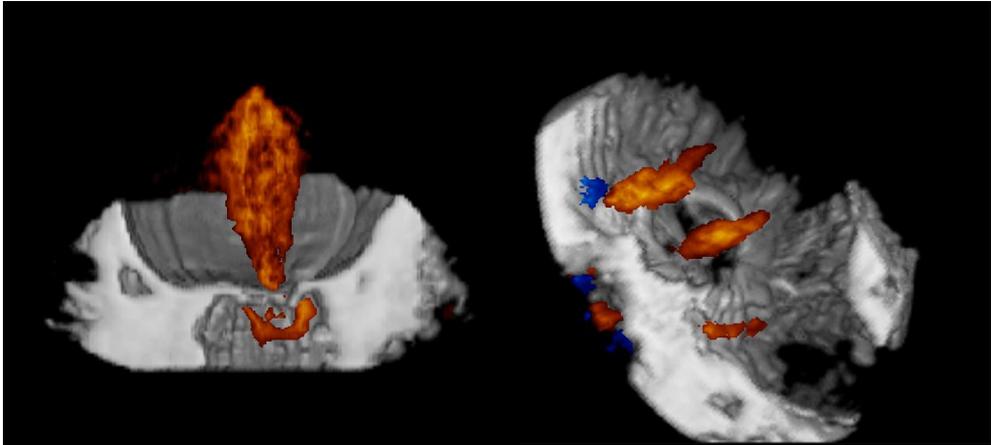


Fig 1. Flujo de regurgitación mitral central. Se puede apreciar la zona de convergencia proximal en la cavidad ventricular y la extensión y morfología del flujo en la aurícula izquierda.

Fig 2. Prótesis mitral mecánica. Flujos de regurgitación central transprotésico y dos chorros periprotésicos, por la región externa del anillo.

Además de la localización y características del flujo, este método permite la valoración del desarrollo temporal del mismo a lo largo del ciclo cardiaco, lo que tiene interés en el caso de cortocircuitos intracardiaco y en la valoración de flujos regurgitantes (143).

En la insuficiencia mitral se han detectado chorros múltiples que pasan desapercibidos en el eco bidimensional. Además de la visualización, el eco 3D aporta información en estos casos del mecanismo de la regurgitación mitral, tanto en el caso de alteraciones degenerativas o reumáticas como de las características de los velos en el caso del prolapso valvular o el flail (144).

Desde los estudios iniciales se comprobó que el eco tridimensional ayudaba en una mejor definición del aparato mitral y sus anomalías en un porcentaje importante de pacientes (70% en el estudio de Yiefen Yao) (145). Se analizaron flujos de regurgitación mitral en 30 pacientes con IM comprobando que el origen, dirección y morfología del jet se delineaban mejor por 3D. (Figuras 3 y 4)

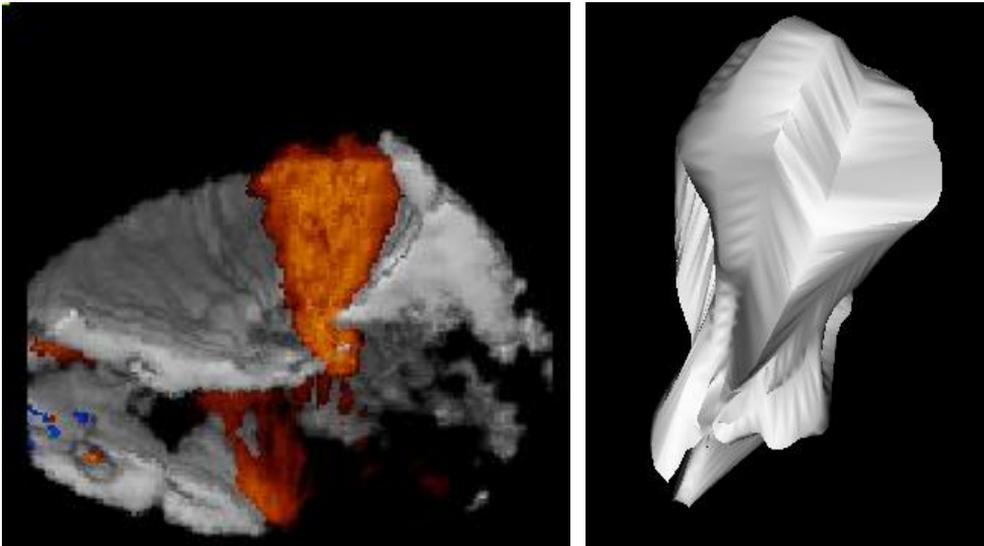


Fig 3. Flujo de regurgitación por dentro del anillo de una prótesis mitral mecánica.

Fig 4. Reconstrucción tridimensional de la morfología del flujo

Posteriormente se ha mostrado que la reconstrucción puede realizarse en una mayoría de pacientes, con un tiempo total de estudio de alrededor de 10-15 minutos, y que muestra información adicional especialmente en flujos paravalvulares (origen, extensión, dirección) visualizando toda la extensión de la trayectoria del flujo, y superando así ciertas limitaciones del estudio bidimensional (146).

4.1 Cuantificación de flujos mediante ecocardiografía tridimensional.

Actualmente la técnica tridimensional puede cuantificar flujos, y en este sentido se están comparando los distintos métodos de cuantificación de esta técnica respecto a las medidas bidimensionales habituales.

Volumen regurgitante

La cuantificación del volumen del flujo regurgitante puede realizarse por distintos métodos. El más empleado es el de sumación del volumen de discos. Dado un determinado jet, se determina un eje central del mismo, y se hallan automáticamente discos paralelos al mismo, de altura equidistante. Trazando manualmente el contorno de dichos discos se halla el volumen de los mismos mediante la fórmula $\text{volumen}=\text{área} \times \text{altura}$.

Estudios experimentales han mostrado una buena precisión en la estimación de volúmenes por ecografía tridimensional (147). Existe también una buena correlación de volúmenes 3d con la angiografía, incluso ante la presencia de flujos excéntricos, en los que existen problemas de cuantificación con la ecografía bidimensional. En estos casos, el área bidimensional tiene una mala relación con la fracción y volúmenes regurgitantes, mientras que el volumen 3d sigue manteniendo buenas correlaciones, además de una buena reproducibilidad (148,149).

En los últimos tiempos está desarrollándose el eco 3d en tiempo real. La visualización de la regurgitación valvular por este método no se había realizado de forma rutinaria debido a limitaciones técnicas (150).

Realizan un estudio para investigar la viabilidad de la visualización de flujos 3D en tiempo real mediante color y compararlo con métodos tradicionales bidimensionales. Encuentran un 86% de pacientes con datos de suficiente calidad para ser interpretados. Los volúmenes 3d tuvieron una buena correlación con los estimados por PISA bidimensional. Se produjo una infraestimación de la IM ligera (8 ml), pero con amplios límites de confianza (28 ml). El cociente volumen de flujo/volumen de aurícula 3d fue menor que el de área flujo/área aurícula 2d. Los diámetros máximo y mínimo de la vena contracta por 2d eran muy diferentes comparados con los medidos por 3d en la IM.

La estimación de volúmenes por eco 3D se puede también realizar calculando el volumen de eyección a partir de los volúmenes telediastólico y telesistólico del ventrículo izquierdo y el volumen de llenado del ventrículo. Así,

Gabriel Latcu y cols encontraron buenas correlaciones entre la cuantificación de la insuficiencia mitral en pacientes pediátricos por 3D y por el método de pisa bidimensional (151).

Flujo de convergencia proximal

La visión bidimensional del flujo de convergencia proximal tiene limitaciones: no puede verse la morfología completa de la misma, y la visión que se obtiene depende del plano de corte. Dado que la línea de coaptación de velos es curva, un pisa elongado elipsoidal puede aparecer como dos pisas separados en la ecocardiografía 2d.

La visualización tridimensional del flujo de convergencia proximal ha confirmado la variada morfología del mismo. Se han realizado

reconstrucciones 3D del flujo de convergencia proximal (FCP) tanto en estudios experimentales como en la práctica clínica. Los estudios experimentales han servido para comprobar que el eco tridimensional es un método preciso para la estimación de volúmenes, ante distintas tasas de flujo y tamaños del orificio (152,153). También ha permitido comprobar que las geometrías de los orificios regurgitantes causan alteraciones en la superficie de isovelocidad y cambios en los volúmenes del flujo de convergencia proximal a lo largo del ciclo cardíaco.

Para todas las morfologías del orificio, había una excelente relación entre la tasa del flujo real y la estimada por 3d. La medida del fcp por 2D con asunción hemiesférica, infraestimó la tasa de flujo para todos los orificios. La medida por 3D fue más precisa y reproducible (154).

El estudio de la zona de convergencia proximal en modelos experimentales ha mostrado una infraestimación sistemática de los volúmenes regurgitantes mediante ecografía 2d (19 \pm 25ml), de mayor cuantía que la ligera infraestimación obtenida mediante 3d (3 \pm 2ml). Probablemente la infraestimación que se produce con el método bidimensional está en relación con la asunción de morfologías hemiesféricas, que no se cumplen en un porcentaje de casos. Otra posible causa sería la elección para medir el radio de pisa de superficies hemiesféricas: el doppler color, por el fenómeno del ángulo, no produce superficies hemiesféricas en aquellas regiones adecuadas para la medida (al menos 2 diámetros superior al diámetro del orificio regurgitante), sino hemiesferoides. Para encontrar una superficie "color hemiesférica", hay que subir la velocidad de aliasing, lo que produce en realidad zonas de convergencia más aplanadas, que no están a una distancia suficiente del orificio, y que son hemielípticas más que hemiesféricas, por lo que se infraestima el área del orificio regurgitante. Por tanto, el volumen regurgitante por pisa es más preciso cuando se deriva del método 3D que del 2d, a través de orificios simétricos y asimétricos y dentro de un amplio espectro de condiciones hemodinámicas del flujo (155,156).

Algunos autores de hecho proponen la valoración tridimensional de la morfología de la zona de convergencia proximal y la aplicación de la fórmula hemielíptica en los casos necesarios. Esta asunción es la que mejor se relaciona con el orificio regurgitante y la de mejor correlación con las estimaciones directas de flujo, no produciéndose infra ni sobre estimación (157).

Se ha encontrado además que la geometría del pisa es diferente en función del tipo de insuficiencia mitral: en la insuficiencia mitral funcional, el PISA se mostró elongado y ligeramente curvado mientras era más redondeado en el prolapso valvular. La longitud horizontal en la insuficiencia mitral funcional era más larga que en el prolapso. El método de PISA con el radio máximo

infraestimaba el orificio regurgitante por métodos cuantitativos 2d en la insuficiencia mitral funcional, no en el prolapso valvular mitral. Por tanto, la geometría del pisa en la insuficiencia mitral funcional era elongada, diferente a la del prolapso, y provocaba una infraestimación del orificio regurgitante por el método de PISA 2d (158) (Figuras 6 y 7)

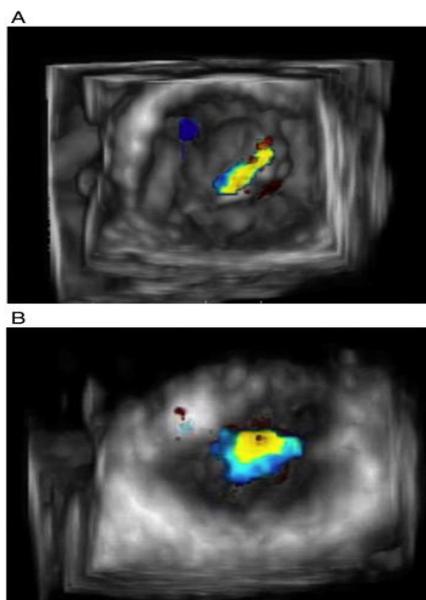


Figura 6

Fig 6 A. Visión frontal tridimensional en color que muestra un pisa elongado y ligeramente curvado a lo largo de toda la línea de coaptación del velo, en pacientes con IM secundaria. B. En pacientes con prolapso valvular mitral, se aprecia un pisa más redondeado y localizado en la región del prolapso del velo

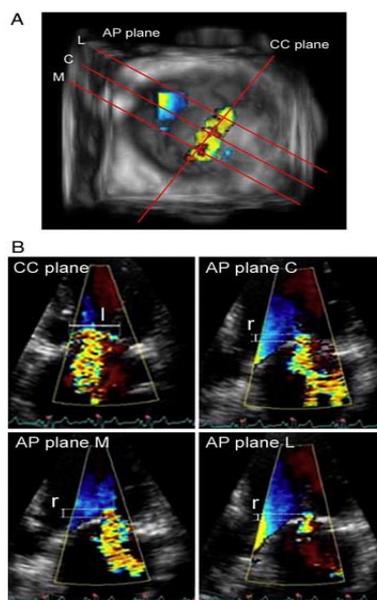


Figura 7

Fig 7. A. La imagen 3d color frontal se usa para definir el plano de corte longitudinal (CC plane) y 3 planos anteroposteriores (AP planes) en localizaciones medial (M), central (C) y lateral (L) de los velos. B. La distancia horizontal (l) (paralela al plano anular) del pisa de la IM fue medida en el plano CC con doppler color (arriba a la izquierda). Cada radio vertical (r) del pisa de la IM fue medido sobre los planos AP medial (M, abao a la izquierda), centro (C, arriba a la derecha) y lateral (L, abajo a la derecha) con doppler color. Matsumura Am Heart J. 2008; 155:231-238

Este mismo grupo desarrolló un modelo hemielipsoidal para que el pisa se ajustase mejor a la forma del mismo en la IM funcional. Este método se adaptó a todas las formas geométricas del pisa e infraestimó el área del ORE solo en un 26%, frente al pisa hemisférico, un 4% (159).

Recientemente se ha introducido el estudio de flujos mediante ecografía 3d en tiempo real transtorácico. Esta nueva técnica ha mostrado en la IM funcional que las características tridimensionales de los flujos de convergencia proximal son diversas: 56% de los pacientes tenían pisas

excéntricos, 35% dos pisas prominentes en ambos lados y 27% pisas separados múltiples. La única variable geométrica asociada a un pisa excéntrico fue la distancia del velo anterior desde el punto de angulación. La morfología y localización de la curvatura del velo anterior determina la morfología del orificio regurgitante y un tenting mitral pequeño genera pequeños flujos de convergencia proximal separados en estos pacientes. Hubo una buena correlación entre el pisa medido por 2d y el pisa máximo determinado por 3d, aunque el pisa 2d fue significativamente menor. La implicación de este estudio es que el pisa 2d puede infraestimar el orificio regurgitante porque puede visualizar solo una parte del flujo de convergencia proximal. El plano de corte 2d puede desviarse del máximo pisa hallado por 3d. Incluso si el plano de corte está bien situado, la superficie puede infraestimarse por la asunción hemisférica en aquellos pacientes con un pisa elongado o con pisas separados. Así, el pisa 2d infraestima orificios elongados o elípticos (160).

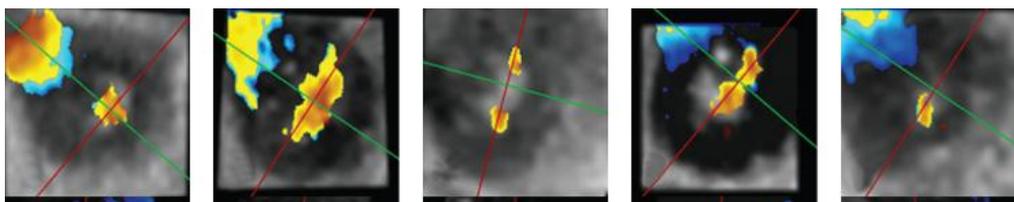


Figura 8. Ejemplos de formas tridimensionales de áreas de isovelocidad proximal en pacientes con insuficiencia mitral funcional. Las líneas roja y verde en planos transversos (primera imagen) muestran los planos central anteroposterior (AP) y comisura-comisura respectivamente. (A): pisa central; el pisa aparece solo en el plano central AP. (B) un pisa elíptico elongado; se muestran pisas largos en los planos medial, central y lateral AP. (C) pisas dominantes a ambos lados separados; pisas presentes en los planos lateral y medial, pero no el central. (D) Pisas dominantes a ambos lados único; se encuentran pisas grandes en los planos laterales y un pisa pequeño en el plano central. (E) pisa excéntrico central pequeño; solo presente en el plano medial AP. Song Heart 2008; 94:590-596.

Orificio regurgitante

Otras medidas habituales para cuantificar la insuficiencia mitral tal como el orificio regurgitante se han comparado con la medición del mismo por eco 3d, con buenos resultados.

La medida del orificio regurgitante por los métodos habituales tiene una serie de limitaciones como son el tiempo requerido para su determinación, la necesidad de cierta experiencia y su afectación por la geometría del flujo regurgitante entre otros. La valoración mediante la medida directa del orificio sería más sencilla, sin embargo la geometría compleja del mismo hace que en muchos casos esto no sea posible con la visualización bidimensional.

La ecografía tridimensional se ha utilizado para hacer medidas directas del orificio, encontrando buenas correlaciones con los métodos bidimensionales obtenidos por método del flujo de convergencia proximal (161,162).

El problema de la morfología del orificio en las estimaciones bidimensionales podría subsanarse mediante el eco 3d; el área del orificio en eco 3D mostró una correlación casi idéntica con la obtenida por métodos cuantitativos, independientemente de que el orificio fuera más o menos elíptico. También se correlacionó con el orificio regurgitante por PISA. Sin embargo, el orificio regurgitante obtenido por 3d fue significativamente mayor que el obtenido por PISA, especialmente en pacientes con orificio elíptico, en los cuales el PISA infraestimó el orificio respecto a los métodos cuantitativos (163).

Vena contracta

La medida de la vena contracta por 2d ha sido validada respecto a la angiografía y a métodos cuantitativos. Sin embargo, una morfología circular o elíptica puede no representar la verdadera apariencia geométrica de la misma. Por tanto, nuevamente la visión directa mediante ecografía tridimensional puede resultar más precisa.

La estimación de la vena contracta por 3d ha mostrado mejores correlaciones con el grado angiográfico de severidad que la valoración bidimensional. La variabilidad intra e interobservador de esta técnica fue muy baja. Esta estimación indirecta del orificio regurgitante mitral no es dependiente de la carga, y permite apreciar la compleja geometría de la válvula y su orificio regurgitante (163,164).

La medida de la vena contracta mediante ecografía 3d en tiempo real se comparó con el orificio regurgitante por pisa 2d hemiesférico y hemielíptico en 57 pacientes. La medida 3d pudo hacerse en todos los pacientes. Mostró una asimetría significativa en la vena contracta en la IM funcional respecto a la orgánica. La IM funcional presentó una vena contracta de aspecto semilunar, con dos ejes muy diferentes, el prolapso mitral tuvo un amplio espectro de formas y la IM orgánica fue la menos asimétrica.

Las medidas bidimensionales de la vena contracta en 2 y en 4 cámaras solo correlacionaron moderadamente con el área estimada por 3D. En la IM funcional, la medida por 2D en 2 cámaras sobreestimó de forma importante el orificio y la medida de 4c la infraestimó.

La medida 3d tuvo una buena correlación con el PISA hemielíptico, frente al pisa hemiesférico que infraestimó aquellas lesiones no circulares.

Por tanto el orificio regurgitante y la vena contracta tienen una morfología compleja y no circular en muchos pacientes, especialmente en aquellos con

IM funcional. Se demuestra que la estimación de la vena contracta por 2d no puede estimar adecuadamente el orificio regurgitante. También se muestra que el pisa hemisférico infraestima en caso de IM funcional y de prolapso valvular mitral (165). Figura 9

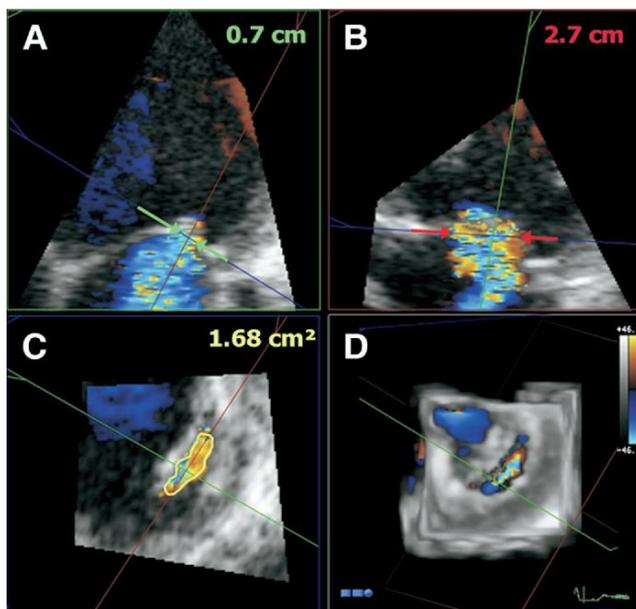


Figura 9.

Ejemplo de medida de las dimensiones de la vena contracta en una sección a través de la misma en un paciente con IM secundaria causada por tensión de los velos, mediante el programa de análisis de 3D (QLAB, Philips Medical Systems, Andover, MA). (A) Vista de cuatro cámaras con medida de una vena contracta 3D estrecha (B) La visión de dos cámaras con medida de una vena contracta tridimensional ancha (C) Plano de sección a través de la vena contracta con planimetría directa de su área. Las líneas verde y roja indican la orientación del plano de cuatro cámaras (panel 1A, flechas verdes) y de dos cámaras (panel B, flechas rojas). (D) Visión frontal 3D del área de la vena contracta.

Kalert J Am Soc Echocardiogr. 2008; 21:912-921.

La vena contracta ha sido también analizada mediante la ecografía 3D en tiempo real. En 45 pacientes con insuficiencia mitral ligera o superior, se valoró la vena contracta mediante eco 3d en tiempo real, obteniéndose buenas correlaciones con el ORE, tanto en casos de insuficiencia central como excéntrica. En los flujos excéntricos, el 2d sobreestimó la vena contracta respecto al 3D (166).

La ecografía 3D en tiempo real se ha validado incluso ante distintos flujos pulsátiles de insuficiencia mitral in Vitro e in vivo, mostrando una buena

correlación del área de vena contracta con el área conocida del orificio, mientras el diámetro de la misma con 2d obtuvo una pobre correlación. La ventaja del área de la vena contracta por 3D fue más pronunciada en jets excéntricos y en IM moderada –severa o severa (167).

Por tanto la estimación del área de la vc por 3D es viable y proporciona un parámetro simple que puede reflejar de forma precisa la severidad de la insuficiencia mitral, particularmente en jets excéntricos y en lesiones clínicamente significativas donde las asunciones geométricas pueden ser complejas.

5. LIMITACIONES DE LA VALORACIÓN MEDIANTE ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

1. La principal limitación del ecocardiograma transtorácico es la necesidad de una ventana acústica de calidad para obtener imágenes óptimas.
2. En el estudio transesofágico con reconstrucción diferida se requiere la integración de muchos ciclos cardiacos en los cuales los movimientos del paciente o de la sonda condicionan artefactos en la imagen, especialmente en pacientes con fibrilación auricular.
3. En el estudio transesofágico en tiempo real el sector accesible es de tamaño reducido, y es también necesaria la integración de varios latidos para obtener un volumen completo.
4. El número de imágenes por segundo es aún inferior al de la ecocardiografía bidimensional, lo que puede constituir una limitación especialmente en el análisis de estructuras de alta movilidad o rápidamente cambiantes.
5. La elección de ganancias y umbrales puede condicionar en el caso de la medida de orificios, sobreestimación en el caso de pérdida de parte de la estructura, o infraestimación en el caso de existir artefactos de anchura, por ejemplo en los velos mitrales
6. Componentes de baja velocidad del jet y movimientos de desplazamiento del flujo de regurgitación pueden cubrir parte del flujo.
7. Un bajo número de imágenes por segundo del color puede hacer que se pierda el volumen instantáneo máximo.

8. Para la medida del flujo, el tomar la máxima extensión del mismo podría no ser correcta, ya que la misma depende de la persistencia en el tiempo y de la tasa de regurgitación, así como de las características de la cámara receptora.

6. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA ECOCARDIOGRAFÍA 3D Y LA REPARACIÓN VALVULAR MITRAL

A pesar de la ausencia de estudios aleatorizados, la reparación de la válvula mitral se considera el procedimiento quirúrgico de elección en los pacientes que son candidatos adecuados, especialmente aquellos con prolapso valvular mitral. La mejoría en la supervivencia, el mantenimiento de la función ventricular, el menor riesgo de complicaciones y la durabilidad de las técnicas de reparación descrita por distintos centros de prestigio, permiten disminuir el umbral para la indicación quirúrgica en casos seleccionados de pacientes con insuficiencia mitral crónica.

La ecocardiografía preoperatoria es fundamental en la selección de pacientes candidatos para reparación y en la elección de la técnica reparadora a priori más adecuada.

En la actualidad la ecocardiografía tridimensional puede aplicarse de forma rutinaria en un laboratorio de ecocardiografía. Aporta detalles en la visualización anatómica de las estructuras intracardiacas y de flujos, superando ciertas limitaciones de la ecocardiografía bidimensional. Permite una visualización muy precisa de la válvula mitral, fácilmente reproducible y similar a la visión que tiene de ella el cirujano durante la reparación valvular, por lo que podría tener un papel importante en este contexto.

METODOLOGÍA

1. Diseño

Para cumplir el objeto general de la investigación, el tipo de estudio realizado es una cohorte prospectiva

2. Sujetos de estudio

Población: El área de referencia de nuestra unidad incluye las provincias de Granada y Almería, lo que supone una población de un millón trescientos mil habitantes. Los pacientes con indicación quirúrgica son remitidos por los Servicios de Cardiología de nuestra área. Se incluyeron también pacientes de otras provincias andaluzas que son ocasionalmente remitidos a nuestro centro para cirugía reparadora mitral.

Pacientes: se incluyeron prospectivamente todos los pacientes remitidos al Servicio de Cirugía Cardiovascular del hospital Virgen de las Nieves de Granada por insuficiencia mitral severa con indicación de tratamiento quirúrgico en un periodo de reclutamiento de dos años (enero 2002-diciembre 2004)

Tamaño muestral: basados en los datos de la bibliografía (series retrospectivas), suponiendo un error alfa del 0.05 y un error beta del 0.20, y esperando una diferencia en la mortalidad de un 20%, el tamaño muestral previsto fue de 71 pacientes por grupo, 142 pacientes en total. Esto suponía incluir 35 pacientes por grupo y año, lo que fue viable en nuestro medio, para conseguir el número deseado en el tiempo de inclusión previsto.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión: pacientes con insuficiencia mitral severa susceptible de intervención.

Criterios de exclusión:

- *Cirugía emergente
- *Edad mayor de 80 años
- *Cirugía en fase activa de la endocarditis
- *Enfermedad severa asociada que afectase de forma significativa al pronóstico: insuficiencia renal severa (creatinina > 3mg/dl), cirrosis hepática, enfermedad pulmonar severa (capacidad vital < 50%), neoplasia asociada.

El estudio fue aprobado por el Comité Ético del hospital y todos los pacientes dieron por escrito su conformidad para la intervención quirúrgica, previa explicación de las alternativas operatorias existentes.

3. Valoración clínica y pruebas complementarias

Durante el ingreso y previo a la operación se realizó una anamnesis y exploración física, radiografía simple de tórax, electrocardiograma, hemograma y bioquímica completos, con recogida de variables. Se indicó coronariografía preoperatoria siguiendo las recomendaciones actuales de la Sociedad Española de Cardiología.

4. Estudio ecocardiográfico preoperatorio

Se realizó una ecocardiografía transtorácica y transesofágica preoperatoria, bi y tridimensional en los días previos a la operación (Acuson Sequoia C2526. Siemens Medical Engineering. Germany). Las imágenes fueron almacenadas en vídeo y en formato digital para su posterior análisis y procesamiento.

4.1.- Estudio bidimensional

La evaluación ecocardiográfica bidimensional se realizó mediante planos de corte sistemáticos (62) (Figuras 1 y 2);

- a- con la posición del transductor a 0 grados, se usaron tres posiciones
 - a. anterior o cinco cámaras (segmentos valvulares P1 y A1),
 - b. media o cuatro cámaras (segmentos P2 y A2), y posterior (A3 y P3)

- b- Entre 45 y 90 grados, con movimientos de rotación horaria y antihoraria y con avance o retirada de la sonda, se obtuvieron las proyecciones
 - a. anterior (A1-A2-A3)
 - b. media (P1-A2-A3)
 - c. posterior (P1-P2-P3).

- c- La valoración de las comisuras se realizó en los cortes transgástricos con la ayuda del origen y dirección del flujo de regurgitación

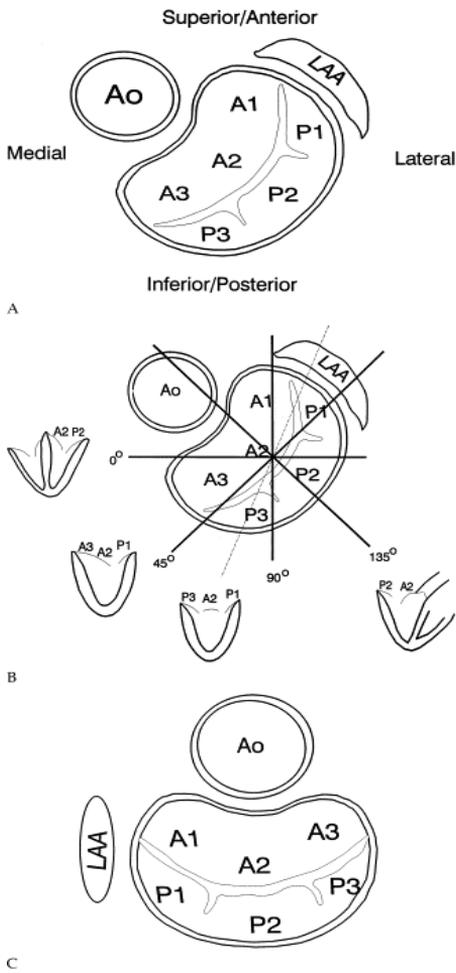


Figura 1.

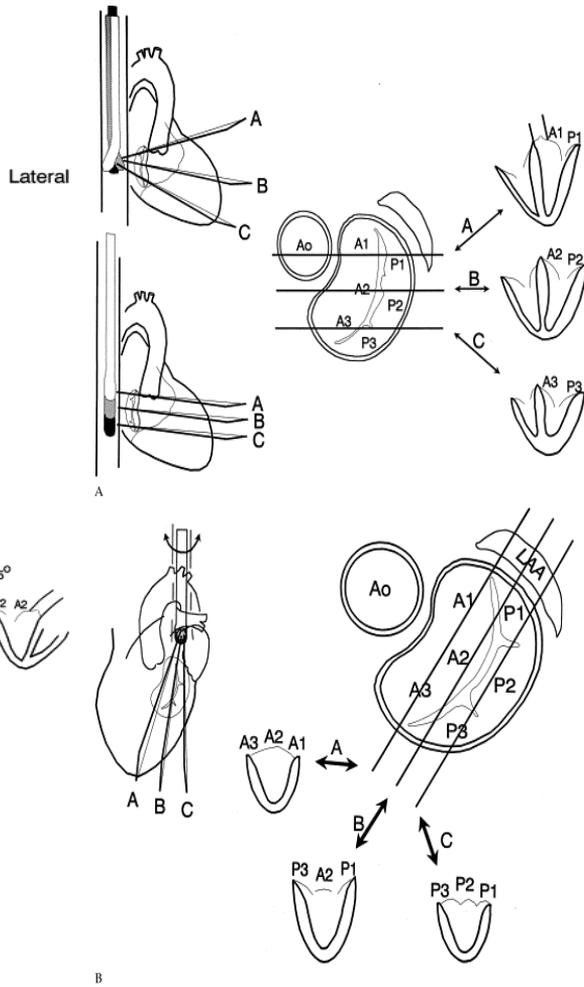


Figura 2.

Figura 1. La visión de referencia se escoge reflejando una perspectiva anatómica de mirar la v mitral desde el ápex del VI hacia la base del corazón. Para la equivalencia con la imagen quirúrgica, se realiza una rotación-inversión a lo largo de un eje vertical, obteniendo una imagen en espejo, y se rota luego 45° en dirección antihoraria

Figura 2: Proyecciones.

Fig 2 arriba:

1-Cuatro cámaras medioesófago (0°): A2-P2 (B)

2- Desde el anterior, con flexión, retirada o ambos: A1-P1 (A)

3- Si retroflexión, avance o ambos: A3-P3 (C)

Fig 2 abajo:

1-Plano paralelo al eje mayor del orificio mitral: 45-90°: P1-A2-P3 (B)

2- Rotación horaria: visión todo el velo anterior (A1-A2-A3)(A)

3- Rotación antihoraria: visión todo el velo posterior (P1-P2-P3) (C)

De Foster, Ann Thorac Surg 1998; 65: 1025-1031

Estos planos se completan con el transgástrico para localizar el origen de la regurgitación.

Las sociedades americanas de ecocardiografía y anestesia han descrito un método sistemático ligeramente diferente al descrito para el estudio transesofágico multiplazo intraoperatorio (64). Se basa en cuatro planos medioesofágicos y otros dos transgástricos.

1-Transductor colocado en localización media tras la aurícula dirigiendo el plano de corte a través del anillo mitral paralelo al flujo transmitral. Frecuentemente es necesaria una retroflexión de la sonda. Con rotación hacia 20° se ven los segmentos A3 (izquierda) y P1 (derecha).

2-Rotación hacia los 60°: corte de comisuras: A2 en medio, P1 a la derecha y P3 a la izquierda. Con una situación en mitad de la válvula, al girar el transductor hacia la derecha se mueve el plano hacia la zona medial de la válvula mitral, a través de la base del velo anterior, mientras que girar hacia la izquierda lo mueve hacia la zona lateral, a través de P2.

3-Rotación a 90° o dos cámaras: P3 a la izquierda y A1 a la derecha

4-Rotación a eje largo (120-160°):P2 a la izquierda y A2 a la derecha.

5-Transgástrico eje corto: eje corto de la vm. A 0° con anteflexión de la sonda y ligera retirada, en un plano ligeramente superior al corte transgástrico medio. Posiciones más profundas con mayor anteflexión dan a veces mejores visiones de la válvula mitral. SE a veces no se consigue un corte paralelo al anillo. En este caso la retirada visualiza la comisura posterior (arriba, izquierda) y el avance la anterior (abajo, derecha). El color permite localizar el origen del chorro.

6-Transgástrico 2 cámaras: 90°: examen de cuerdas tendinosas, papilares (arriba el posterior y sus cuerdas, abajo el anterior).

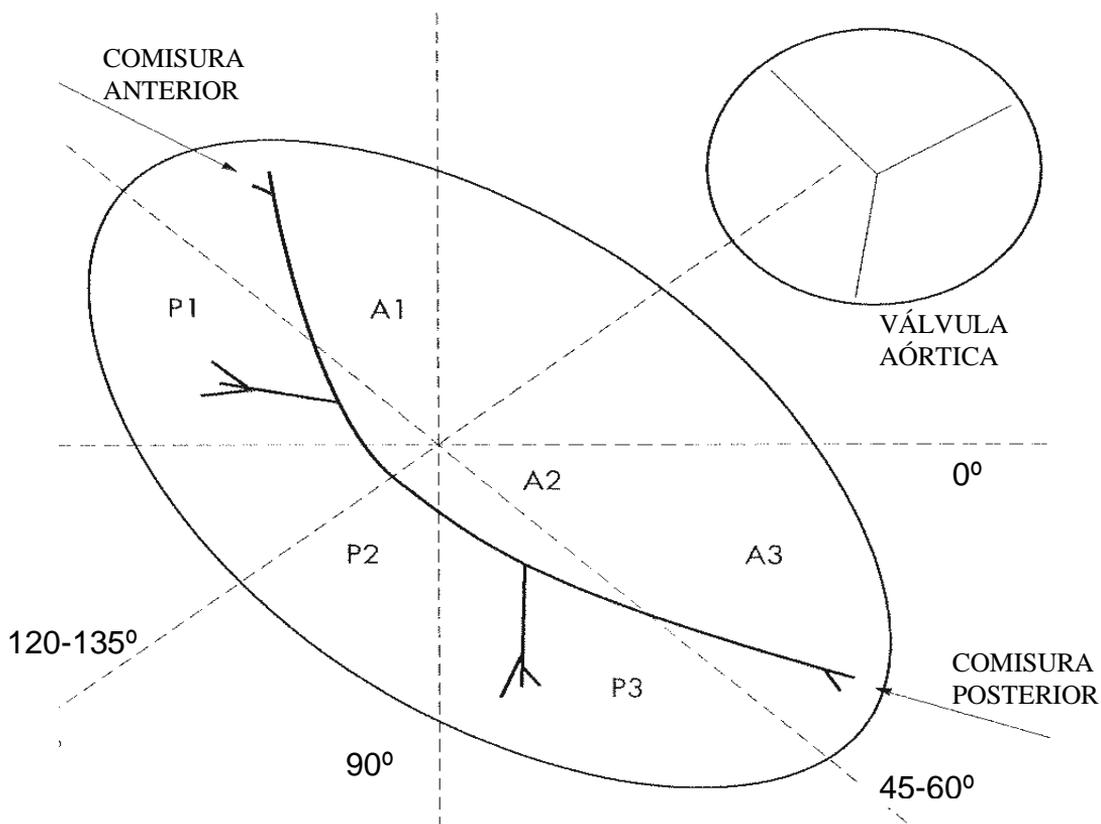


Figura 3. Segmentos lateral, medio y medial de los velos anterior (A1, A2, A3) y posterior (P1, P2, P3) en las proyecciones del ecocardiograma transesofágico.

El grupo de Agrícola (63) describe una precisión del 97% para este método, aunque sugiere ciertas modificaciones :

1. Valorar A2 y P2 solo en el eje largo
2. Evaluar en las proyecciones de 4 y 2 cámaras solo A3 y A1, mientras que P3 y P1 deben evaluarse más bien en el corte de comisuras, añadiendo una rotación de la sonda hacia la derecha y hacia la izquierda para ver las porciones medial y lateral de la válvula respectivamente.

En nuestro estudio se ha aplicado fundamentalmente el método de Foster, aunque en función de la posición inicial de la válvula, en caso de no adecuarse a los planos descritos se ha complementado con las proyecciones descritas en las guías.

Se valoró la etiología, mecanismo y anatomía precisa de la lesión valvular mitral, mediante el examen de los velos (engrosamiento, movilidad, prolapso, perforación, hendidura), la dimensión del anillo mitral, la anatomía del aparato subvalvular y la morfología y función del ventrículo izquierdo.

Se realiza además una valoración de la severidad de la regurgitación mediante técnicas no cuantitativas (flujo de venas pulmonares, anchura de la regurgitación en el origen, área de flujo en la aurícula izquierda) y cuantitativas (volumen, fracción y orificio regurgitante por métodos volumétricos y por el método del flujo de convergencia proximal). Se realizan medidas de dimensiones cavitarias, función ventricular izquierda y estimación de la presión sistólica pulmonar.

Los hallazgos ecocardiográficos que favorecieron la reparación mitral son: Dilatación anular, válvula mixoide o degenerativa con prolapso de segmentos, elongación o rotura de cuerdas tendinosas, perforación de valvas, fibrosis y/o calcificación a lo sumo moderada de valvas y aparato subvalvular, rotura parcial de músculo papilar, disfunción valvular secundaria a miocardiopatía o isquemia miocárdica, o tras endocarditis con una afectación a lo sumo moderada de los velos.

Hallazgos que contraindican la reparación:

Fibrosis masiva de las valvas, calcificación difusa severa, deformidad severa del aparato subvalvular, rotura completa de músculo papilar, estenosis valvular asociada.

No fue contraindicación para la reparación el hecho de que existiera otra valvulopatía que requiriera corrección quirúrgica o la necesidad de cirugía de revascularización concomitante.

4.2.-Estudio tridimensional

El estudio tridimensional no modifica la actuación con el paciente, y la adquisición de imágenes requiere exclusivamente unos minutos añadidos sobre la exploración transesofágica bidimensional.

Las imágenes tridimensionales se obtienen desde una ventana esofágica media, mediante cortes tomográficos rotacionales en intervalos de tres grados. Dichos cortes son almacenados para un análisis diferido, usando una estación de trabajo 3d (Echo-View software, Tom Tech Imaging Systems, Munich, Germany).

La adquisición se realiza al final de la espiración y en un intervalo predeterminado de la frecuencia cardiaca (intervalos R-R < de 200 milisegundos), codificándose su localización espacial y temporal precisa.

La reconstrucción valvular se hace a posteriori, por un observador experimentado, sin la referencia del estudio bidimensional correspondiente a esa misma válvula.

Esta reconstrucción se basa en los seis planos de corte descritos por McNab et al (105), empezando con la visión frontal de la válvula, y añadiendo otros planos longitudinales o desde el ventrículo izquierdo en función del velo afecto (Figuras 4 y 5).

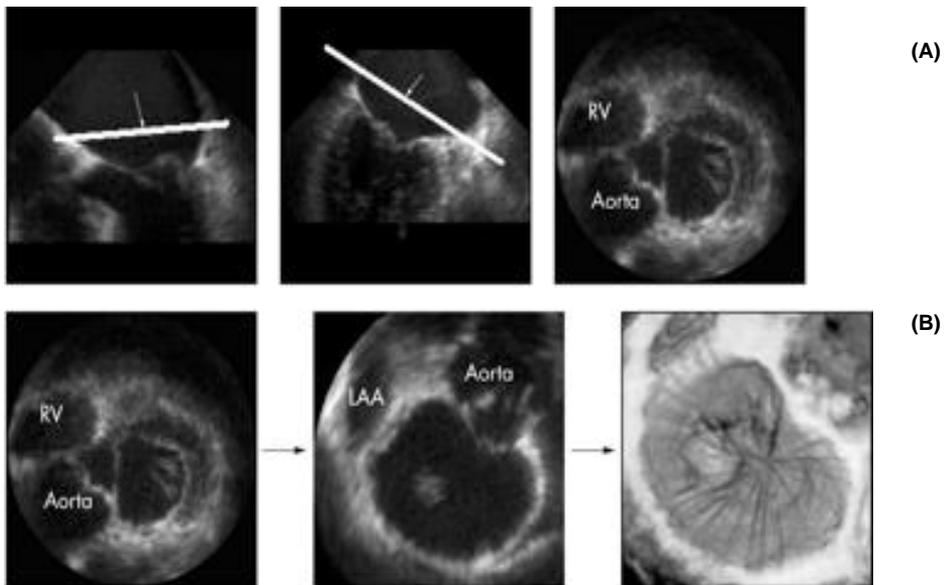


Figura 4a. Sistema de seis planos: visión frontal que se obtiene buscando un plano perpendicular al eje largo del ventrículo

A: Los planos de corte se realizan en las vistas ortogonales de cuatro y dos cámaras, paralelos al plano del anillo mitral, permitiendo la visualización 2D de la válvula desde arriba.

B: Esta imagen es rotada para representar la visión del cirujano y magnificada para optimizar la descripción de la válvula mitral. Se transforma entonces a una imagen tridimensional.

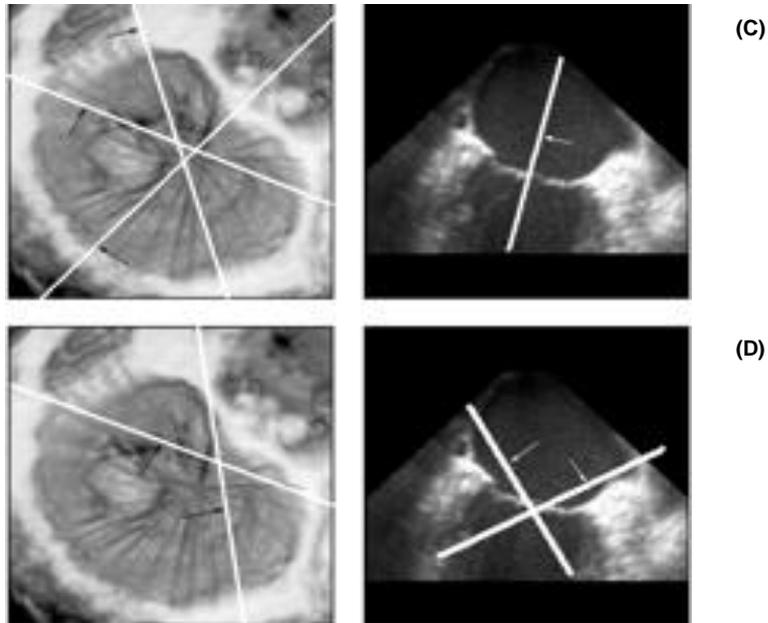


Figura 4b. Sobre el plano perpendicular al eje largo del ventrículo y se trazan otros cinco para visualizar: A1-P1, A2-P2, A3-P3, comisura anterolateral y comisura posteromedial (C y D)

C: Se realizan tres planos de corte a través de A1/P1, A2/P2, y A3/P3 como se muestra. Manteniendo el plano perpendicular a lo largo del eje largo del ventrículo, se obtienen las correspondientes imágenes longitudinales de superficie tridimensional

D: Las regiones comisurales se ven de forma similar, pero con un plano oblicuo mirando en dirección descendente hacia la válvula desde la aurícula.

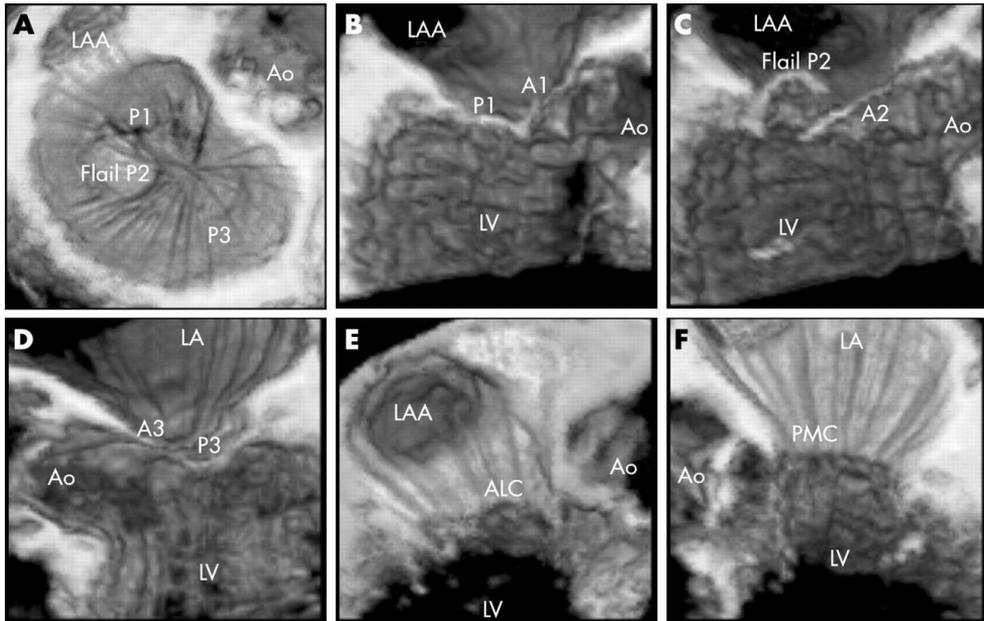


Figura 5 Las seis proyecciones usadas para una valoración sistemática tridimensional de la válvula mitral. (A) Visión frontal de la válvula. (B) Vista longitudinal, con un plano de corte a través de A1/P1. (C) Corte a través de A2/P2. (D) Corte a través de A3/P3. (E) Plano oblicuo mostrando la comisura anterolateral. (F) Plano oblicuo mostrando la comisura posteromedial.

A1/P1, segmentos laterales de los velos anterior y posterior; A2/P2, segmentos medios de los velos anterior y posterior; A3/P3, segmentos mediales de los velos anterior y posterior; ALC, comisura anterolateral; Ao, aorta; LA, aurícula izquierda; LAA, apéndice auricular izquierdo; LV, ventrículo izquierdo; RV, ventrículo derecho; PMC, comisura posteromedial.

Macnab, A et al. Heart 2004;90:771-776. Copyright © 2004 BMJ Publishing Group Ltd.

La ecocardiografía tridimensional no está aún validada como técnica para guiar la selección de pacientes para cirugía reparadora. Por ello es necesario realizar en todos los pacientes la técnica habitual bidimensional además de la tridimensional. Los resultados de ambos métodos se comparan posteriormente con los hallazgos quirúrgicos, que consideraremos como la prueba de referencia para analizar la precisión diagnóstica tanto del eco bi como del tridimensional. Dos observadores aplican independientemente las técnicas bi y tridimensional, siendo ciegos respecto al resultado de la otra.

A la salida de circulación extracorpórea se realiza el ecocardiograma intraoperatorio para valorar el resultado de la reparación. Se determina el área valvular, el gradiente transvalvular, la presencia de regurgitación y su grado, la aparición de movimiento sistólico anterior de la válvula, la motilidad segmentaria y global del ventrículo izquierdo y la presencia de alguna otra anomalía. En función de los hallazgos se decide si es necesaria una nueva entrada en bomba para corregir la reparación o para reimplantar una prótesis.

5. Recomendación preoperatoria

La indicación del tipo de tratamiento quirúrgico para cada paciente se realiza fundamentalmente en función de las características morfológicas y funcionales de la válvula valoradas preoperatoriamente por el cardiólogo mediante ecocardiografía bidimensional, no considerándose por razones éticas, modificar dicha actitud hasta la finalización del estudio y el análisis de resultados aportados por la visión tridimensional. Se consideran además variables clínicas que favorezcan uno u otro método como la edad, necesidad o contraindicación para anticoagulación y las preferencias del paciente. La decisión última fue tomada por el cirujano, tras el examen de la válvula mitral en el campo operatorio.

6. Datos del postoperatorio y seguimiento

Se recogieron las complicaciones intraoperatorias así como los datos de complicaciones y eventos en el postoperatorio, tiempos de estancia en las distintas unidades y datos del ecocardiograma postoperatorio.

Todos los pacientes fueron dados de alta con tratamiento anticoagulante oral, estando prevista su suspensión en el tercer al sexto mes postoperatorio en aquellos que conservaban el ritmo sinusal tras la reparación valvular.

Se programó un seguimiento ambulatorio al mes del alta, a los 6 meses, al año y a los tres años, donde se realizó anamnesis, exploración clínica y recogida de eventos evolutivos.

Se realizaron ecocardiogramas ambulatorios de revisión en un mes, tres meses, 6 meses, un año y tres años.

7. Variables de estudio

7.1- Clínicas: Se recogieron las siguientes variables:

Datos de filiación

Área de procedencia

Edad (años)

Sexo (H/M)

Hipertensión arterial (si/no)

Diabetes (si/no)

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (criterios clínicos: tos más expectoración más de tres meses al año y espirometría), (si/no)

Insuficiencia renal (creatinina > 2), (si/no)

Grado funcional de la New York Heart Association (Nyha) (1-4) (168)

Insuficiencia cardíaca (ingresos previos) (si/no)

Fibrilación auricular persistente (si/no)

Insuficiencia mitral aguda (<3 meses) (si/no)

Enfermedad coronaria (si/no)

Cateterismo o cirugía cardíaca previa (si/no)

Escore de riesgo Euroscore (169)

Escore de riesgo Parsonnet (170)

Peso (Kg)

Talla (cm)

7.2- Ecocardiográficas:

Se realizarán los siguientes estudios ecocardiográficos;

1. Transtorácico y transesofágico incluyendo adquisición tridimensional previa a la intervención.
2. Transesofágico intraoperatorio.
3. Transtorácico previo al alta hospitalaria
4. Transtorácico a los 3,6 meses, primer y tercer año

Variables:

1.Etiología de la insuficiencia mitral (estudios bi y tridimensional): mixoide-degenerativa, isquémica, reumática, endocarditis, congénita, rotura aislada de cuerdas, dilatación del anillo, no determinada.

2.Descripción anatómica de la válvula (estudios bi y tridimensional)

a) Se analizará la motilidad de cada uno de los segmentos (anterior medio y posterior) de cada velo mitral (anterior y posterior), diferenciando los siguientes tipos:

*Prolapso: protusión del borde del velo en aurícula izquierda en sístole asociado al cierre anormal de velos

*Retracción: el cuerpo del velo se para en la cavidad ventricular izquierda en sístole a una distancia inusual desde el plano del anillo mitral

*Mixto: prolapso + retracción

*Normal: ausencia de prolapso o retracción

b) Diámetro máximo del anillo (milímetros): En el eje largo del ventrículo izquierdo, la máxima distancia entre la base de la cúspide aórtica en la raíz posterior aórtica hasta el punto más alto del velo mitral posterior (dilatado se considerará a partir de 35 mm)

c) Perforación valvular (si/no)

d) Rotura de aparato subvalvular (si/no)

e) Afectación comisural (si/no)

3.Mecanismo de la insuficiencia mitral: prolapso, distorsión del aparato subvalvular, perforación o hendidura, retracción y rotura de cuerdas. La rotura aislada de cuerdas fue considerada la etiología principal en pacientes sin otros hallazgos anormales, como velos no afectados y en ausencia de miocardiopatía o isquemia. Más frecuentemente, la rotura de cuerdas fue un mecanismo o hallazgo en una IM por otra causa p ej en la etiología degenerativa o isquémica.

4.Cuantificación de la insuficiencia mitral (estudio bidimensional)

**Métodos no cuantitativos:* intensidad de señal doppler, flujo en venas pulmonares

**Métodos semicuantitativos:* anchura de chorro en origen (mm), área máxima de regurgitación (cm²), área de regurgitación respecto al área de aurícula izquierda (%), Velocidad pico de la onda E mitral (m/s)

**Métodos cuantitativos:* fracción regurgitante (%), volumen regurgitante(ml), orificio regurgitante (mm²) tanto por métodos volumétricos como por el método de isoconvergencia proximal.

5.Otras variables ecocardiográficas(estudio bidimensional):

Diámetros longitudinal y dos transversos de la aurícula izquierda (mm), diámetros telediastólico y telesistólico del ventrículo izquierdo (mm), fracción de eyección (%) y método (Simpson, Teichholt o estimación visual), Dp/Dt (mmHg/t), presión sistólica de arteria pulmonar (mmHg), insuficiencia tricúspide (1-4), insuficiencia aórtica (1-4).

6.Ecocardiografía intraoperatoria (estudio bidimensional): insuficiencia mitral residual (1-4), movimiento sistólico anterior (hemodinámico o estructural), área por tiempo de hemipresión (mm), área por método de convergencia proximal (mm), gradiente transvalvular (mmHg).

7. Ecocardiografía antes del alta y en el seguimiento (estudio bidimensional): Fracción de eyección (%), diámetros telediastólico y telesistólico (mm), área valvular mitral por tiempo de hemipresión (cm²), área valvular mitral por método de isovelocidad proximal (cm²), gradiente medio (mmHg), grado de regurgitación mitral (0-4), orificio regurgitante si la IM \geq 2 (mm²), presión sistólica de arteria pulmonar (mmHg).

8. Parámetros específicos de la ecocardiografía tridimensional:

Tiempos de adquisición (min), número de adquisiciones, tiempo de reconstrucción (min), calidad de la reconstrucción (0-4).

7.3- Quirúrgicas

-Etiología de la regurgitación; mixoide, reumática, isquémica, degenerativa, endocarditis, congénita, rotura de cuerdas, otros

Anatomía: prolapso, retracción, mixto, otros (para todos los segmentos valvulares), afectación comisural

-Perforación valvular (si/no)

-Dilatación valvular (si/no)

-Rotura de aparato subvalvular (si/no)

-Técnica reparadora empleada:

1. Valvas: resección cuadrangular, sliding, Alfieri

2. Anillo: plicatura, anuloplastia, hemianillo

3. Aparato subvalvular: transposición de cuerdas, cuerda artificial

4. Comisuroplastia (si/no)

-Cirugía urgente (en el mismo ingreso de la indicación) (si/no)

-Otra cirugía asociada: coronaria, aórtica, tricúspide, otros

-Preservación o no de aparato subvalvular en pacientes sometidos a reemplazo valvular

-Tiempo de clampaje (minutos) y de circulación extracorpórea (minutos)

-Complicaciones intraoperatorias (descripción)

-Resultado de la reparación: éxito inicial, necesidad de segunda reparación, implantación de prótesis

7.4- Hospitalarias

-En la unidad de vigilancia intensiva: estancia (días), días de intubación, sangrado (ml), infarto perioperatorio (si/no), reintervención (si/no) y causa.

-Complicaciones hospitalarias (si/no); insuficiencia mitral severa, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca, derrame pericárdico que requiere pericardiocentesis, tromboembolismo pulmonar, endocarditis, arritmia que requiere cardioversión, fiebre de más de 48 horas, reoperación

-Estancia hospitalaria (días)

-Mortalidad hospitalaria (si/no) y causa

7.5 Variables de revisión (6 meses, 1,2 y 3 años)

-Reingreso (si/no)

-Complicaciones (si/no) (insuficiencia cardiaca, derrame pleural o pericárdico que requiere ingreso, endocarditis, disfunción protésica, nueva regurgitación mitral al menos moderada, dehiscencia esternal)

-Grado funcional NYHA (1-4)

-Signos de insuficiencia cardiaca (si/no)

-Variables ecocardiográficas

-Mortalidad tardía (si/no) y tiempo.

8. Análisis de datos

*Para analizar la concordancia entre eco 2D y eco 3D con los hallazgos operatorios, se definen como errores de la ecocardiografía:

1. El mecanismo diagnosticado de la IM es erróneo
2. La lesión es diagnosticada en el velo erróneo
3. No se detecta la afectación de algún segmento que aparece afectado en la cirugía
4. Se detecta la afectación de algún segmento que no aparece como tal en la cirugía
5. No se detecta una lesión comisural
6. No se detecta rotura de cuerdas frente a la cirugía o viceversa
7. No se detecta dilatación de anillo frente a la cirugía o viceversa

*Las técnicas bi y tridimensional son realizadas por dos observadores experimentados (título de experto en ecocardiografía, Sociedad Española de Cardiología /Nivel III, Sociedad Americana Ecocardiografía (171) independientes, desconociendo el resultado de la segunda técnica. Se recogen proyecciones ecocardiográficas estandarizadas para la descripción anatómica, y para la cuantificación de la insuficiencia mitral por ambos métodos. Las imágenes son almacenadas en formato digital y de vídeo. Cada observador describe independientemente los hallazgos anatómicos y funcionales de la válvula, que serán comparados con los descritos durante la visualización directa en el acto operatorio.

* Un porcentaje (20%) de las imágenes almacenadas del eco bidimensional son analizadas posteriormente para valorar la variabilidad intra observador. Las imágenes tridimensionales son también valoradas por un observador distinto, con una formación básica en las imágenes tridimensionales (se le muestran varios ejemplos, con información de las relaciones espaciales entre las estructuras y de las características de la visualización de los velos y cuerdas) para valorar la variabilidad interobservador

*Presentamos los resultados de las dos series de pacientes: los sometidos a reparación y a reemplazo valvular, con referencias a las diferencias entre ambas, aunque por tratarse de grupos no aleatorizados y diferentes en cuanto a sus características basales, no pueda establecerse una comparación directa. Pensamos que la información de los resultados de estas dos series simultáneas en el tiempo de las dos alternativas quirúrgicas actuales al tratamiento de la IM, aporta una información importante en el manejo de estos enfermos y en la toma de decisiones clínicas.

9. Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como la media \pm 1 desviación estándar, y las discretas mediante porcentajes. Se utilizó el test de la T de Student no apareado para la comparación de medias y el de Chi-cuadrado con corrección de Fischer para la comparación de variables discretas.

La existencia de predictores independientes de mortalidad o de regurgitación mitral significativa en el seguimiento se investigó mediante un análisis de regresión logística múltiple, incluyendo en el modelo aquellas variables con valor de $p < 0.1$.

Se construyeron tablas de contingencia para comparar los hallazgos de las ecocardiografía bi y tridimensional respecto a los hallazgos quirúrgicos. Posteriormente, se compararon los porcentajes de acuerdo y desacuerdo entre ellos, usando el test de McNemar para muestras apareadas con la corrección de Fisher.

Se ha considerado significativo un valor de $p < 0.05$

Los análisis estadísticos se efectuaron con el paquete estadístico SPSS (SPSS for Windows, version 12,0 ®, Chicago, Illinois).

HIPÓTESIS

1ª La ecocardiografía tridimensional es aplicable a la valoración rutinaria perioperatoria de la válvula mitral y aporta información adicional respecto a la ecocardiografía bidimensional

2ª La cirugía reparadora mitral es realizable en nuestro medio en un porcentaje significativo de pacientes, obteniéndose mejores resultados que con la cirugía de reemplazo valvular.

3ª El estudio valvular previo, para valorar morfología y función, es fundamental para conocer las características de la válvula y la actuación quirúrgica a seguir.

OBJETIVOS

GENERAL

Valoración de la morfología y función valvular mitral mediante ecocardiografía tridimensional y comparación respecto a la ecocardiografía bidimensional

ESPECÍFICOS

1. Analizar la correlación de los hallazgos ecocardiográficos tri y bidimensionales preoperatorios con la inspección física intraoperatoria
2. Conocer la aplicabilidad y los resultados a corto y medio plazo de la reparación mitral en la insuficiencia mitral en nuestro medio teniendo como referencia la cirugía de reemplazo valvular.
3. Análisis de los factores predictores de morbimortalidad de la reparación mitral y del reemplazo valvular.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio, 1630 pacientes fueron intervenidos en nuestro hospital. De ellos, 148 presentaban regurgitación mitral severa, sometiéndose a cirugía reparadora (RV) 81 y a sustitución valvular (SV) 67.

1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

1.1 Procedencia

El centro de procedencia de los pacientes más numeroso fue el Hospital Virgen de las Nieves de Granada, seguido por los hospitales de Torrecárdenas de Almería y San Cecilio de Granada. Se remitieron pacientes desde otros centros de la provincia de Granada (Motril, Baza), y de las provincias de Jaén y Almería (Hospitales Poniente y Huerca Overa). (Tabla 1)

Tabla 1. Hospital de procedencia:

Número de pacientes y porcentaje

Virgen de las Nieves (Granada)	49 (33%)
Torrecárdenas (Almería)	22 (15%)
San Cecilio (Granada)	20 (13%)
Poniente (Almería)	13 (8%)
Ciudad de Jaén	7 (4%)
Huerca Overa (Almería)	16 (11%)
Motril (Granada)	8 (5%)
Baza (Granada)	13 (9%)

1.2 Características demográficas y perfil cardiovascular

Los dos grupos de pacientes son diferentes como cabía esperar por la ausencia de aleatorización y las diferentes condiciones basales que condicionan la asignación de un paciente a una reparación valvular o a sustitución protésica.

La edad media fue de 61 años en el grupo de reparación, de 62 en el de sustitución protésica. Hubo un claro predominio de hombres en el grupo de RV, frente a un mayor porcentaje de mujeres en el grupo de SV. Otras características preoperatorias se describen en la Tabla 2.

TABLA 2. Características demográficas y preoperatorias

	Reparación n=81	Sustitución n=67	p
Edad media / (rango)	61 ± 12(18-79)	62 ± 10(33-78)	0,6
Hombres	56 (69%)	29 (43%)	0,002
HTA	40 (49%)	22 (33%)	0,05
Diabetes	9 (11%)	10 (15%)	0,4
Insuficiencia renal	2 (2%)	5 (7%)	0,2
EPOC	13 (16%)	8 (12%)	0,5
Tabaquismo	14 (17%)	10 (15%)	0,7

HTA: hipertensión arterial

Respecto a los antecedentes cardiológicos, las variables significativamente diferentes tenían un perfil peor en el grupo de SV: mayor porcentaje de clase NYHA III, de ingresos por insuficiencia cardiaca, de fibrilación auricular permanente, de cirugía cardiaca previa y valor más elevado del Euroscore (Tabla 3)

TABLA 3. Antecedentes cardiológicos

	Reparación n=81	Sustitución n=67	p
Clase NYHA >2	40 (50%)	46 (70%)	0,01
I	10 (12%)	2 (3%)	
II	31 (38%)	18 (27%)	
III	35 (43%)	42 (63%)	
IV	5 (6%)	4 (6%)	
Ingreso por IC	28 (35%)	37 (57%)	0,008
FA permanente	24 (29%)	40 (60%)	<0,001
Enfermedad coronaria	10 (12%)	10 (15%)	0,8
Cirugía cardiaca previa	2 (2%)	11 (16%)	0,003
Euroscore media / (rango)	4,3 ±2 (2-11)	5 ±2 (2-10)	0,01
Parsonnet	10,2 ± 6 (0-29)	12±8 (0-38)	0,1

NYHA: New York Heart Association. FA: fibrilación auricular

2. ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO PREOPERATORIO

2.1 RV

La etiología más frecuente fue la mixoide-degenerativa, seguida de la insuficiencia causada por enfermedad coronaria (Figura 1)

El mecanismo principal de la insuficiencia fue el prolapso de velos (66 pacientes, 81%). La rotura aislada de cuerdas se encontró en 3 pacientes (3,7%), hendidura mitral en otros 3 pacientes, rotura de velos en 1 paciente con endocarditis, desplazamiento del aparato subvalvular en 4 pacientes (4,9%) y retracción de velos en 1 paciente.

Se encontró rotura de cuerdas asociada a cualquier mecanismo en un 58% (46 pacientes) y dilatación de anillo en un 53% (41 pacientes).

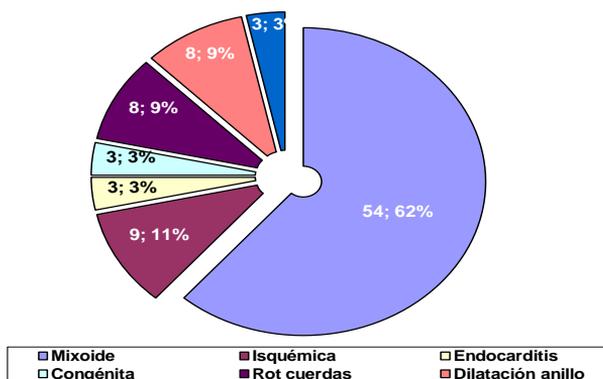


figura 1. Etiología de la IM según el estudio ecocardiográfico (número de pacientes y porcentaje, N=81)

El velo posterior fue el más afectado. 54% pacientes presentaban prolapso aislado de velo posterior, 15% sólo del anterior y 32% de ambos. Un 60% de los pacientes presentaron afectación de más de un segmento. El porcentaje total de afectación de velos y el número de segmentos afectos se describen en las Tablas 4 y 5.

TABLA 4. Afectación de velos y segmentos en los pacientes reparados

Velo y segmentos alterados	(%) pacientes con afectación de ese velo /segmento
Velo anterior	41
A1	14
A2	37
A3	23
Velo posterior	83
P1	26
P2	77
P3	33
Ambos velos	32

TABLA 5. Número de segmentos y velos afectados

	Nº pacientes
Un segmento	28 (25 post, 4 ant)
Dos segmentos	20
Tres o mas	23
Segmentos no contiguos	21
Enfermedad en un velo	46 (40 post, 6 ant)
Enfermedad en dos velos	25
Otros mecanismos	10

Post = posterior, ant = anterior

Se trataba de regurgitaciones mitrales claramente severas como muestran los parámetros semicuantitativos y cuantitativos obtenidos de la exploración ecocardiográfica (Tabla 6).

TABLA 6. Parámetros ecocardiográficos preoperatorios

Anchura IM (mm)	7,8 ± 1 (n=65)
Área IM (cm²)	12,2 ± 5 (n=69)
OR (mm²)	59,5 ± 27 (n=60)
VR (ml)	89,7 ± 37 (n=63)
FR (%)	57,5 ± 12 (n=63)
OR-PISA (mm²)	59 ± 24 (n=57)
VR-PISA (ml)	88 ± 34 (n=57)
FR-PISA (%)	56 ± 14 (n=53)
OR-v (mm²)	59 ± 27 (n=62)
VR-v (ml)	89 ± 36 (n=65)
FR-v (%)	57 ± 12 (n=65)
DAI (mm)	51,3 ± 8 (n=71)

OR: orificio regurgitante. VR: volumen regurgitante. FR: fracción regurgitante.

PISA: proximal isovelocity surface área (área de isovelicidad proximal).

V: volumétrico. DAI: diámetro de aurícula izquierda.

Una mayoría de pacientes se intervinieron en un estado no avanzado de su enfermedad, con diámetros y fracción de eyección medias poco alteradas (tabla 7)

Tabla 7 . Función ventricular y presión sistólica pulmonar

Diámetro telediastólico (mm)	54 ± 6
Diámetro telesistólico (mm)	34 ± 6
Fracción de eyección (%)	63 ± 10
Dp/Dt (mmHg/s)	1593 ± 972
Presión sistólica pulmonar (mmHg)	47 ± 17

Dp/Dt: variación del gradiente de presión en función del tiempo.

Sin embargo, un subgrupo de pacientes mostraba un ventrículo izquierdo dilatado y datos de función sistólica deprimida, que en la mayoría de los casos estaba ya presente en el momento del diagnóstico de la valvulopatía mitral (tabla 8)

Tabla 8 . Función ventricular y presión sistólica pulmonar

Diámetro telediastólico > 55mm	43 (53%)
Diámetro telediastólico >60mm	14 (17%)
Diámetro telesistólico > 45mm	4 (5%)
Fracción de eyección < 40 %	3(3,7%)
Fracción de eyección 40-55 %	14 (17%)
Dp/Dt <1000 mmHg/s	21 (33%)
Presión sistólica pulmonar > 35 mmHg	43 (86%)

Dp/Dt: variación del gradiente de presión en función del tiempo.

2.2 GRUPO SV

La etiología más frecuente de la regurgitación fue la enfermedad reumática (Figura 2) y el mecanismo fundamental la retracción de velos (56%). La rotura de aparato subvalvular fue poco frecuente (17%), y la mitad de los pacientes presentaron un anillo dilatado.

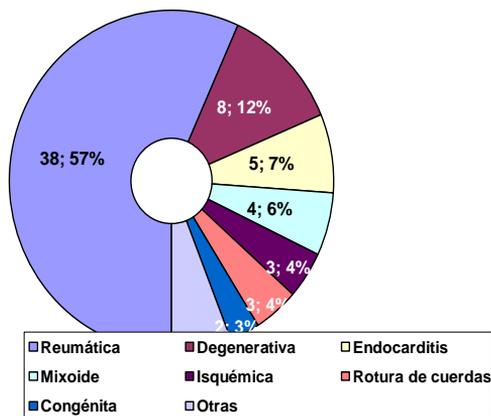


Figura 2. Etiología de la IM (número de pacientes y porcentaje)



Figura 3. Válvula mitral reumática

Presentaban una fracción de eyección preoperatoria media de $61 \pm 10\%$ y diámetros medios solo ligeramente elevados (DTD 52 ± 7 mm, DTS 34 ± 7 mm). En 39% de pacientes el diámetro telediastólico era superior a 55 mm y en 9% el diámetro telesistólico era superior a 45 mm. 23% tenían una fracción de eyección menor de 55% y 40% una dp/dt por debajo de 1000 mmHg/m². Los parámetros ecocardiográficos de cuantificación de la IM se describen en la tabla 9.

TABLA 9. Parámetros ecocardiográficos preoperatorios

Anchura IM (mm)	$7,3 \pm 1$ (n=60)
Área IM (cm²)	$10,9 \pm 4$ (n=61)
OR (mm²)	$47,8 \pm 18$ (n=49)
VR (ml)	$71,2 \pm 26$ (n=51)
FR (%)	$52,5 \pm 9$ (n=51)
OR-PISA (mm²)	$42,8 \pm 20$ (n=53)
VR-PISA (ml)	64 ± 28 (n=53)
FR-PISA (%)	$47,5 \pm 16$ (n=42)
DAI (mm)	55 ± 11 (n=67)
DTD VI (mm)	52 ± 7 (n=64)

2.3 Estudio tridimensional

Se hizo una media de 2,5 adquisiciones por paciente (1-2 de la anatomía valvular y una del flujo regurgitante). El tiempo medio de adquisición fue de $3,2 \pm 1,5$ minutos. Se obtuvo una imagen tridimensional interpretable en 86% de los pacientes. El resto no lo fueron debido a artefactos de movimiento (5%) o fibrilación auricular muy irregular (9%). De los 25 pacientes con fibrilación auricular, en 7 (28%) no se obtuvo una imagen tridimensional de calidad aceptable para su valoración.



Figura 4. Estudio tridimensional de buena calidad, en el que se distingue la visión auricular de una prótesis mitral mecánica con dos discos en posición de apertura y el anillo protésico con los puntos de sutura

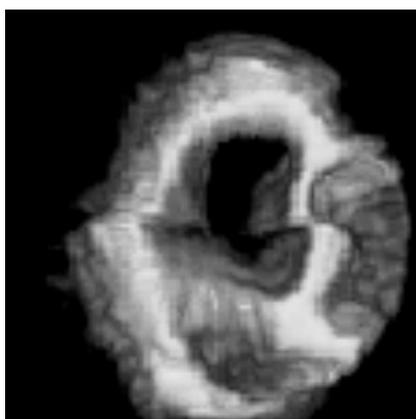


Figura 5. Visión tridimensional de la válvula mitral desde aurícula izuquierda. Mala calidad de imagen, con artefacto a nivel de segmentos medios valvulares a modo de "escalón".

A continuación se muestran varios ejemplos de visión auricular de válvulas mitrales con diferentes mecanismos y lugares de afectación (figuras 6 a 10).

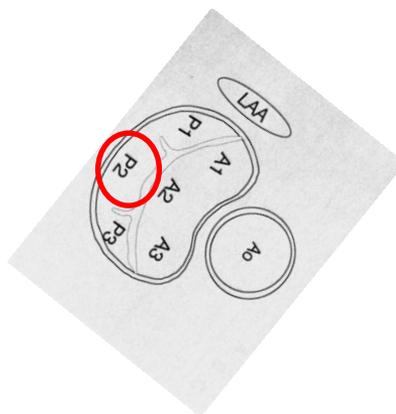
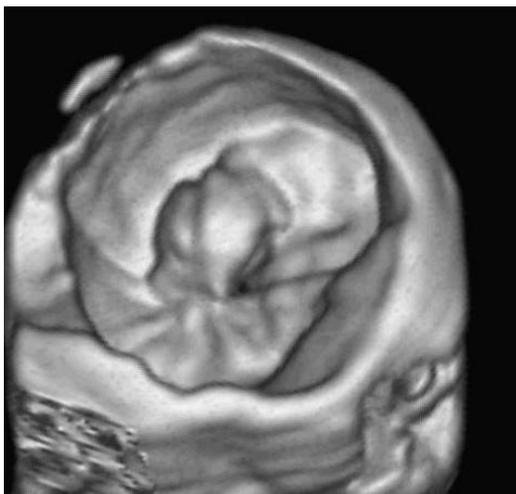


Figura 6. Prolapso a nivel de gran segmento medio de velo posterior (P2). No se observa rotura de cuerdas

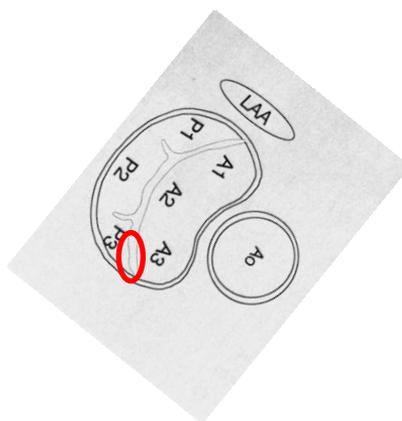
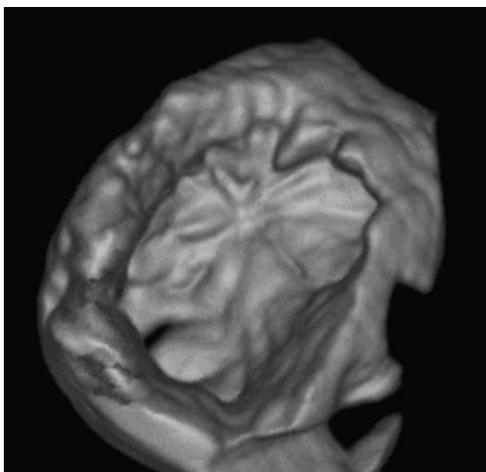


Figura 7. Insuficiencia mitral isquémica, con defecto de coaptación de los velos a nivel de segmentos mediales de ambos velos (A3,P3), con orificio en sístole en esta localización.

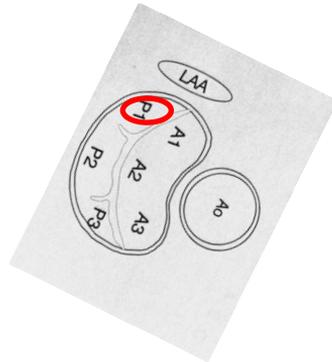
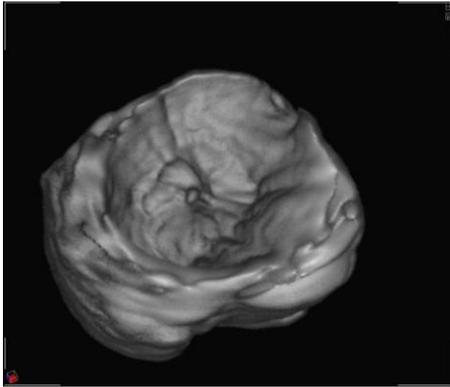


Figura 8. Prolapso de segmento anterior de velo posterior (P1). La imagen nodular en su extremo corresponde a rotura de cuerdas de este segmento.

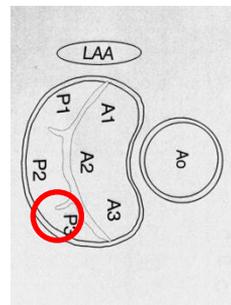
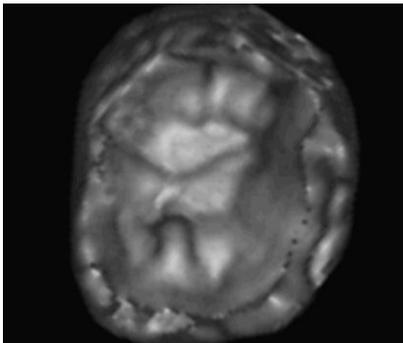


Figura 9. Prolapso de segmento medial de velo posterior (P3), sin que se aprecie rotura de cuerdas asociada.

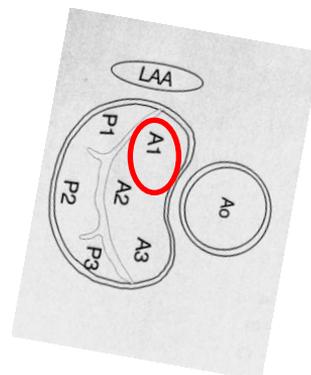
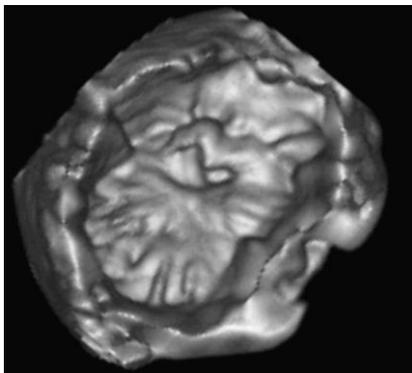


Figura 10. Prolapso de segmento anterior de velo mitral anterior (A1), con imagen lineal en su extremo correspondiente a rotura de cuerdas.

3. CARACTERÍSTICAS Y RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN

3.1 GRUPO RV

3.1.1. Tipo de cirugía y técnicas de reparación

Un paciente del grupo de reparación (1,2%) sufrió una cirugía urgente (en el mismo ingreso del diagnóstico) por una situación de insuficiencia cardiaca. Se trataba de una válvula con rotura de cuerdas y prolapso de velo posterior.

Se realizó cirugía combinada (valvular, congénita o coronaria) en un 16%, y cirugía de revascularización en un 4,9% (Tabla 10)

Tabla 10. Tipo de cirugía

Aislada	68 (84,0%)
Coronaria	4 (4,9%)
Sustitución valvular aórtica	2 (2,5%)
Reparación valvular tricúspide	5 (6,2%)
Cierre de comunicación interauricular	2 (2,5%)

La técnica reparadora se escogió en función de la anatomía valvular. La más usada fue la resección cuadrangular (51 pacientes, 65%), que llevó aparejada en general la implantación de un hemianillo, y con frecuencia la realización asociada de una plastia de *sliding*. Otras técnicas menos frecuentes se describen en la tabla 11. En el caso de la insuficiencia mitral isquémica, la técnica más usada fue la anuloplastia (4 pacientes), seguida de la técnica de Alfieri (3 p) y de la resección cuadrangular (2 p).

Tabla 11. Técnica reparadora

Resección cuadrangular	51 (65%)
Anillo aislado	14 (17%)
Alfieri	10 (13%)
Reimplante de cuerdas	3 (4%)
Comisurotomía con anuloplastia	1 (1%)

Se usaron procedimientos asociados a las técnicas previas, tales como decalcificación anular, comisurotomía, comisuroplastia, implante de hemianillo y anuloplastia. En los pacientes con regurgitación mitral isquémica, la técnica más usada fue la anuloplastia simple (44%), seguida de la técnica de Alfieri (33%) y de la resección cuadrangular (22%).

3.1.2. Resultado intraoperatorio

El éxito intraoperatorio valorado como reparación sin resultado de prótesis, área de regurgitación <2 cm², y sin estenosis significativa, fue del 88% (71 p). En siete pacientes (8,6%) se implantó una prótesis por mal resultado de la reparación, un paciente quedó con regurgitación mitral significativa y dos pacientes con estenosis moderada.

En la insuficiencia mitral isquémica, de 8 pacientes vivos tras la reparación, 2 quedaron con insuficiencia mitral de grado III-IV sobre IV y cuatro con insuficiencia grado II/IV

El área media medida intraoperatoriamente de la válvula reparada fue de $2,0 \pm 0,38$ mm².

Apareció movimiento sistólico anterior de la válvula mitral en nueve pacientes, en seis de ellos se resolvió controlando la hemodinámica y en los otros tres fue necesaria una reentrada en bomba y modificación de la reparación.

El tiempo de clampaje fue de 84 ± 34 minutos, siendo mayor de 60 minutos en 52 pacientes (75%), El tiempo de circulación extracorpórea fue de 113 ± 40 minutos.

3.1.3. Evolución hospitalaria

En la unidad de vigilancia intensiva los pacientes fueron sometidos a ventilación invasiva durante 3 ± 8 días. El sangrao medio fue de 5,8 litros. La estancia media en la unidad fue de 5 ± 9 días. La estancia operatoria fue de 12 ± 11 días. Las complicaciones hospitalarias más frecuentes fueron la fibrilación auricular y la insuficiencia renal. Otras complicaciones se recogen en la tabla 12.

Tabla 12. Complicaciones hospitalarias

Infarto de miocardio	4 (5,2%)
ACVA	1 (1,4%)
Insuficiencia car i Insuficiencia cardiaca	6 (8%)
Derrame pericárdico*	1 (1,4%)
FA transitoria	16 (22%)
IR transitoria	11 (15%)
IM severa intrahospitalaria	2 (3%)
Fiebre >48 horas	6 (8%)
Tromboembolismo	0
Endocarditis	0

ACVA=accidente cerebro-vascular agudo.

*Derrame pericárdico que requiere pericardiocentesis.

FA=fibrilación auricular. IR=insuficiencia renal

3.1.4. Mortalidad hospitalaria

La mortalidad operatoria fue de 6 pacientes (7,4%) en el grupo global y de 3,5% en el subgrupo mixoide. En el prolapso simple de velo posterior hubo un solo fallecido, que correspondió a un paciente de muy alto riesgo quirúrgico (obesidad mórbida e intervención urgente en situación de insuficiencia cardiaca).

Resultaron factores asociados a mortalidad en un análisis bivariante la presencia de diabetes, el tener un grado funcional según la NYHA mayor de 2, haber presentado ingresos previos en insuficiencia cardiaca y el tener un grado de Parsonnet superior a 10 (tabla 13).

No se realizó un análisis multivariante porque el número de eventos (7 éxitus) hubiera requerido una muestra mucho mayor a la existente (81 pacientes) para que este análisis fuera valorable, dado que en términos generales, el tamaño de muestra ha de ser al menos unas diez veces el número de variables independientes a estimar mas uno (M Ortega, Rev Esp Salud Publica 2002)

TABLA 13. Análisis de mortalidad.

	Muerte hosp	p	IC 95%
Diabetes (si--no)	50%--4,5%	0,006	(2,7---42,3)
Grado NYHA (>2--<2)	19%--0%	0,005	(1,1---1,6)
Ingresos ICC (si—no)	18%---4%	0,05	(0,8---22)
Grado Parsonnet (>10--<10)	21%---0%	0,003	(1,7---1,95)

NYHA: New York Heart Association. ICC: Insuficiencia cardiaca congestiva.

3.2 GRUPO SV

3.2.1 Tipo de cirugía

Dos pacientes fueron operados con carácter urgente, por situación de insuficiencia cardiaca.

Se realizó cirugía combinada en el 48% (frente a 16% en el grupo de RVM, $p=0,001$) especialmente a expensas de cirugía de reemplazo aórtico (17%) y de valvuloplastia tricúspide (26%). La tasa de revascularización asociada fue baja (4,5%). (Tabla 14)

Tabla 14. Tipo de cirugía

Aislada	34 (51%)
Coronaria	3 (4,5%)
Sustitución valvular aórtica	11 (17%)
Reparación valvular tricúspide	17 (26%)
Pericardiectomía	1 (1,5%)

Las prótesis mecánicas utilizadas fueron bivalvas; St Jude (n=29, 46%), Carbomedics (n=14, 22%) o Sorin (n=13, 21%). Se implantaron 4 prótesis Carpentier-Edwards de pericardio bovino (6%) (figuras 11 y 12). Se consiguió preservar la estructura del aparato subvalvular en 53% de los pacientes.

Los tiempos de clampaje y circulación extracorpórea en estos pacientes fueron de 39 ± 5 y 53 ± 7 respectivamente. 43 pacientes (70%) tuvieron un tiempo de clampaje superior a 60 minutos.



Figuras 11 y 12: Válvula biológica de Hancock (izquierda) y prótesis metálica bidisco (derecha)

3.2.2 Evolución hospitalaria

La duración media de la ventilación invasiva fue de 2 ± 5 días. El sangrado medio fue de 4,9 litros. La estancia media en la unidad fue de 4 ± 6 días.

Las complicaciones postoperatorias (tabla 15) fueron similares a las de los pacientes reparados, y la estancia operatoria mayor (15 ± 13 días $p=0,03$).

Tabla 15. Complicaciones hospitalarias

Infarto de miocardio	1 (2%)	
ACVA	1 (1,7%)	
Insuficiencia card	Insuficiencia cardiaca	3 (5%)
Derrame pericárdico*	1 (1,7%)	
FA transitoria	12 (19%)	
IR transitoria	14 (23%)	
Fiebre >48 horas	8 (12,7%)	
Im severa intrahospitalaria	0	
Tromboembolismo	0	
Endocarditis	0	

ACVA: accidente cerebro vascular agudo. * Derrame pericárdico que requiere pericardiocentesis. FA: fibrilación auricular. IR: insuficiencia renal



Figura 13. Derrame pericárdico con compresión de aurícula derecha. DP: derrame pericárdico. VD:ventrículo derecho. VI: ventrículo izquierdo. AD:aurícula derecha. AI: aurícula izquierda.

3.2.3 Mortalidad La mortalidad operatoria en este grupo fue de 8 pacientes (11,9%). El único factor predictor en el análisis bivalente, fue el score de riesgo preoperatorio según Parsonnet superior a 10.

4. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL ANÁLISIS VALVULAR POR ECOCARDIOGRAFÍA Y LA VISIÓN QUIRÚRGICA

4.1 Concordancia entre los estudios 2 y 3d y la cirugía

La concordancia en la detección de los segmentos afectados entre las ecocardiografías 2 y 3d y la cirugía osciló entre un 88-98% para el 2d y un 89-100% para el 3d. Aunque el estudio 3d mostró una mayor concordancia con la cirugía en la mayoría de segmentos, fue significativamente superior en el caso del segmento anterior lateral (A1) y en la afectación comisural (figura 8). La máxima precisión se obtuvo en el análisis de segmento posterior medio (P2) en ambos estudios ecocardiográficos, y la mínima en el segmento posterior medial (P3).

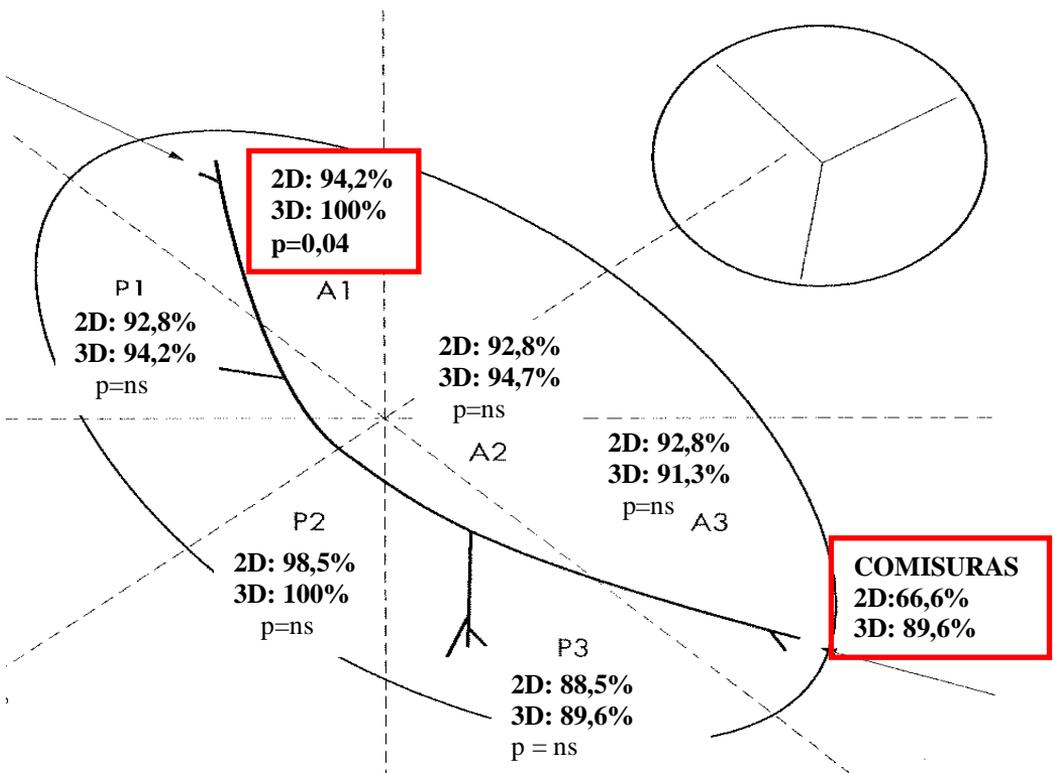


Figura 14 Concordancia entre la ecocardiografía (2D y 3D) y la cirugía en la detección de la afectación de segmentos

4.1.2 Concordancia en la insuficiencia mitral isquémica

La insuficiencia mitral isquémica presentó en varios segmentos una concordancia menor respecto a la cirugía que el resto de etiologías, entre un 75% y un 100%.

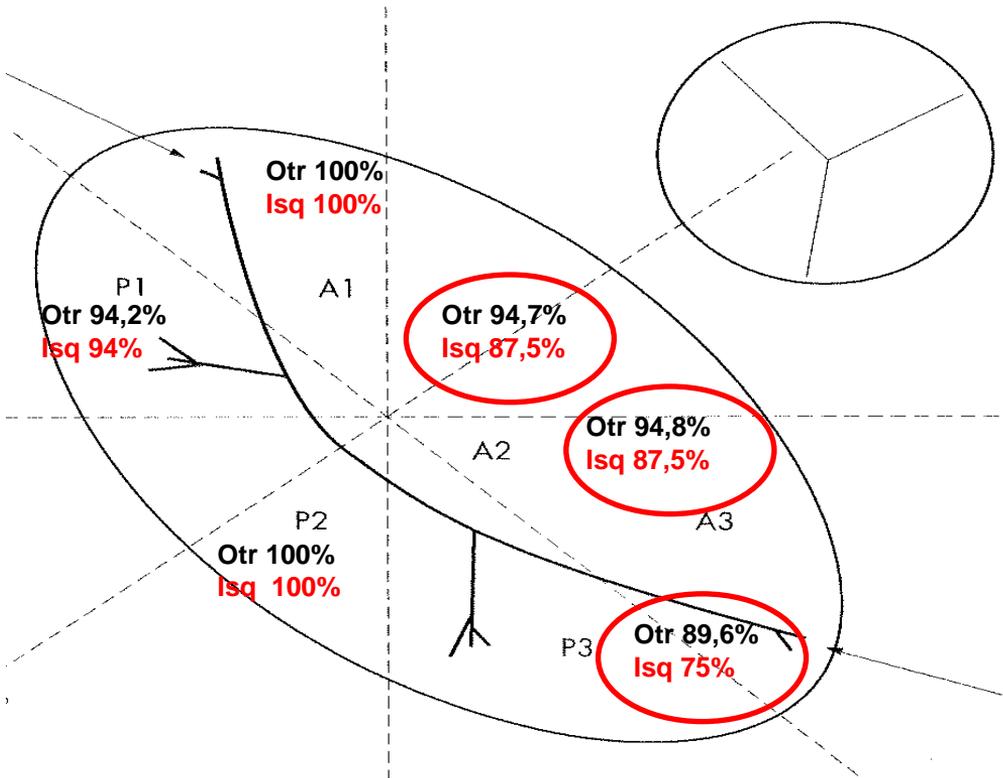


Figura 15. Concordancia entre la ecocardiografía (2D y 3D) y la cirugía en la detección de la afectación de segmentos

Las imágenes tridimensionales mostraron diferentes localizaciones de la afectación en el caso de la insuficiencia mitral isquémica: defectos de coaptación en región media de la válvula por disminución de la retracción de velo posterior (A2-P2), defectos extensos en región media y medial (A2-3-P2-3), defectos muy localizados a nivel de segmentos mediales (A3-P3), así como rotura de cuerdas con flail del segmento correspondiente.

Varios ejemplos de visión bi o tridimensional y la visión correspondiente en el campo quirúrgico (figuras 16 a 23)

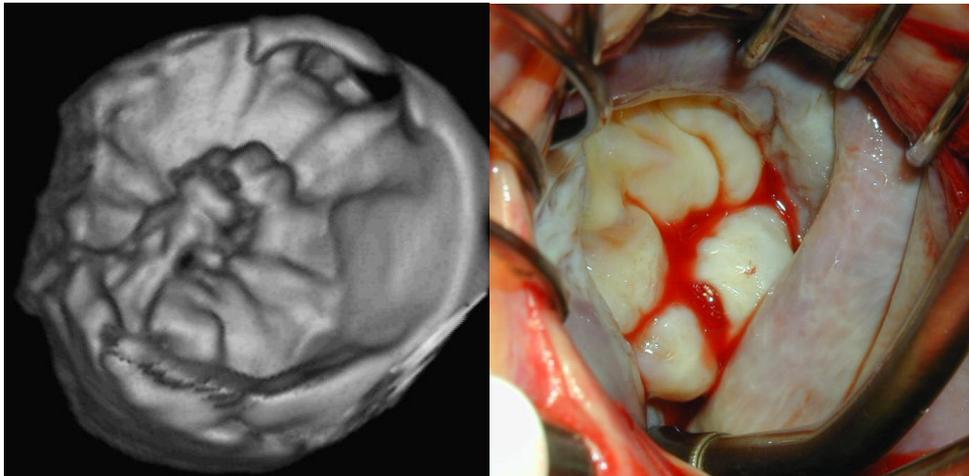


Figura 16. Visión tridimensional de la válvula mitral (derecha) y visión quirúrgica (izquierda) de una enfermedad de Barlow, con redundancia severa de ambos velos y prolapso de todos los segmentos valvulares.

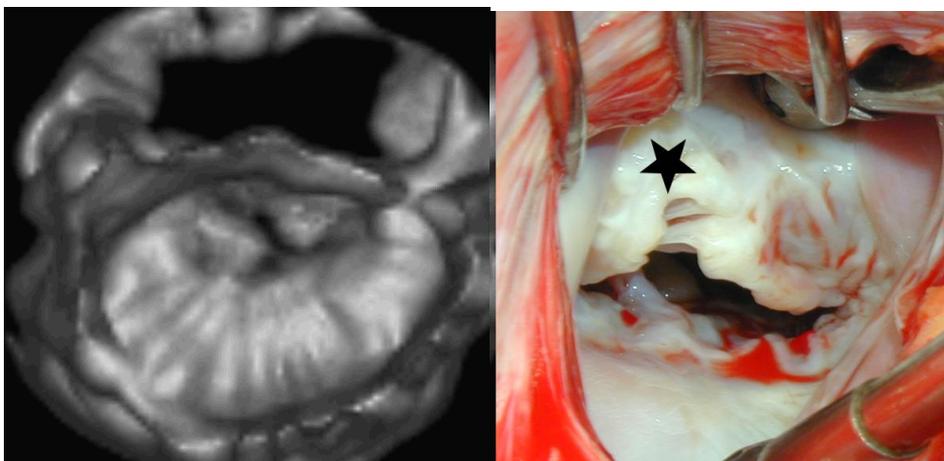


Figura 17. Imagen tridimensional y correspondiente quirúrgica de una hendidura congénita de velo mitral anterior. Estrella: hendidura.

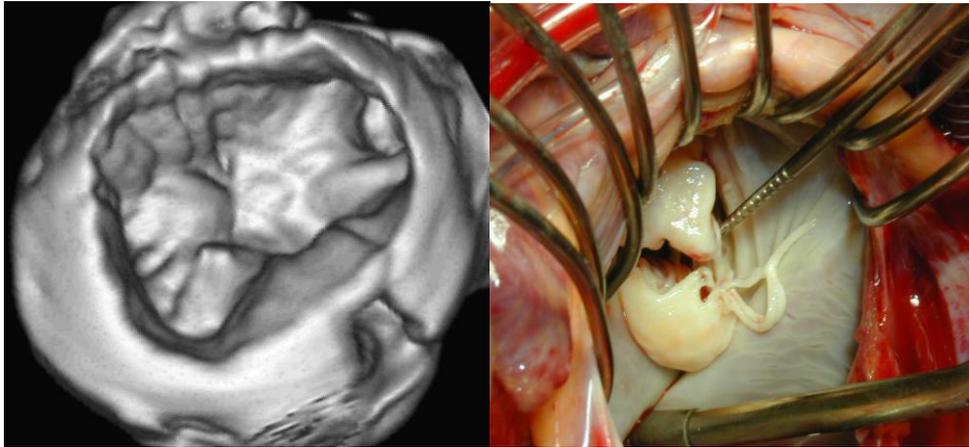


Figura 18. Prolapso de grandes segmentos medios de velo anterior (A2) y posterior (P2). En la visión quirúrgica se observa la rotura de cuerdas asociada.

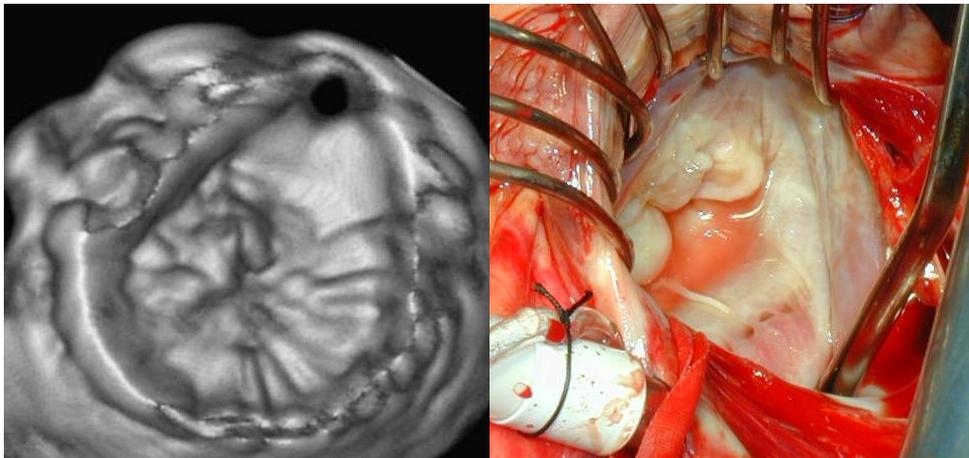


Figura 19. Visión tridimensional y quirúrgica de una válvula mitral con prolapso de todos los segmentos (a1, a2, a3) del velo anterior.

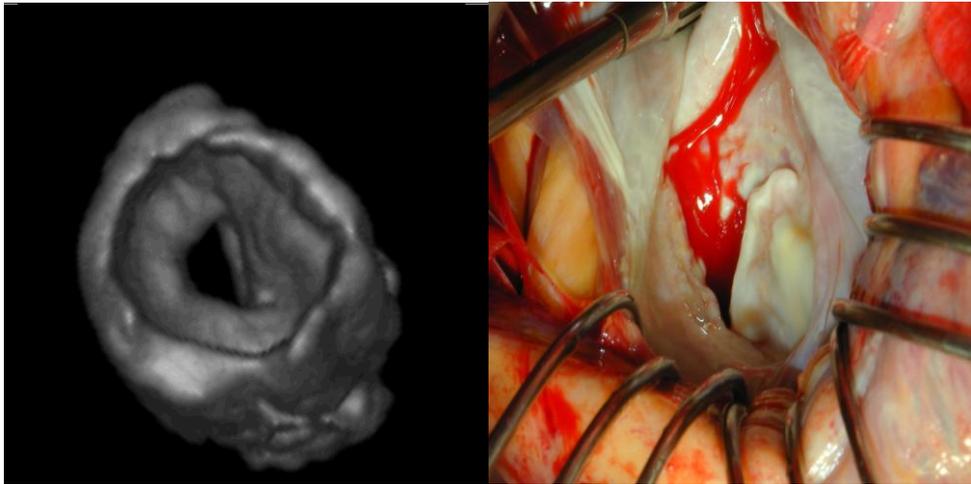


Figura 20. Válvula mitral isquémica con retracción de velo posterior y cierre a expensas del velo anterior. Defecto de coaptación a nivel de los segmentos medios de ambos velos.

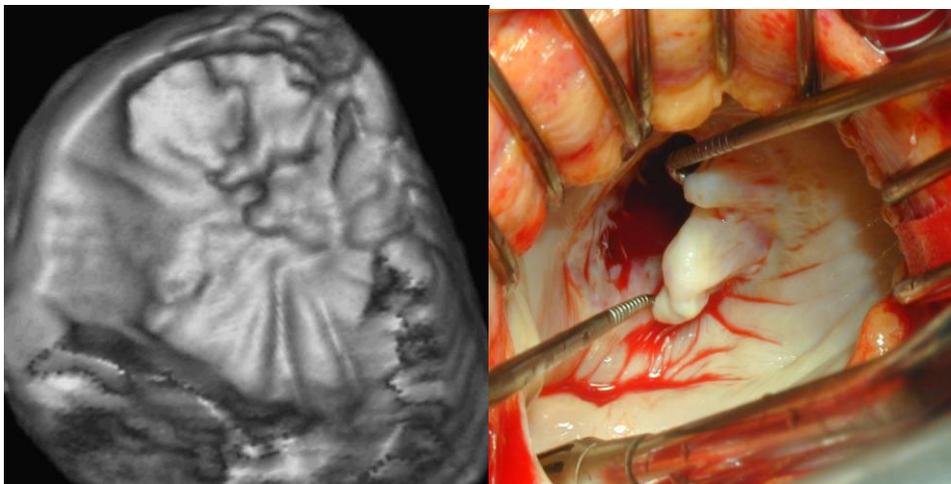


Figura 21. Visión frontal tridimensional de la válvula mitral y imagen correspondiente durante la cirugía. Prolapso de los segmentos posteriores lateral (p1) y medio (p2).

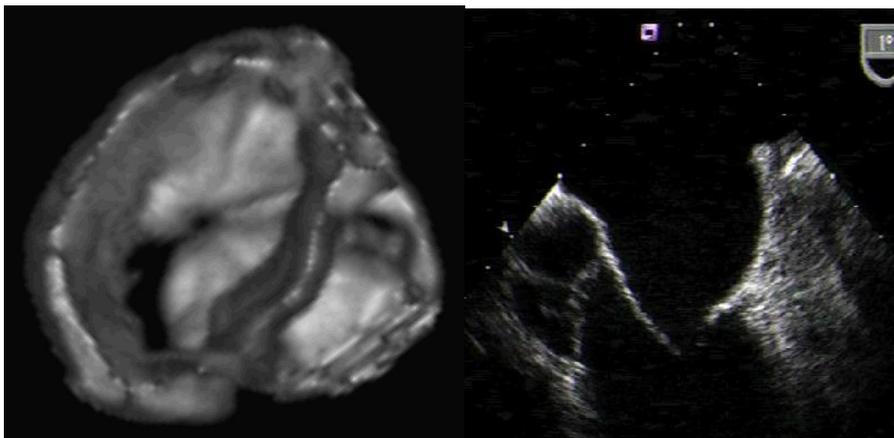


Figura 22. Imágenes tridimensional y bidimensional de válvula mitral isquémica con defecto a nivel de segmentos medios y mediales de velos anterior y posterior

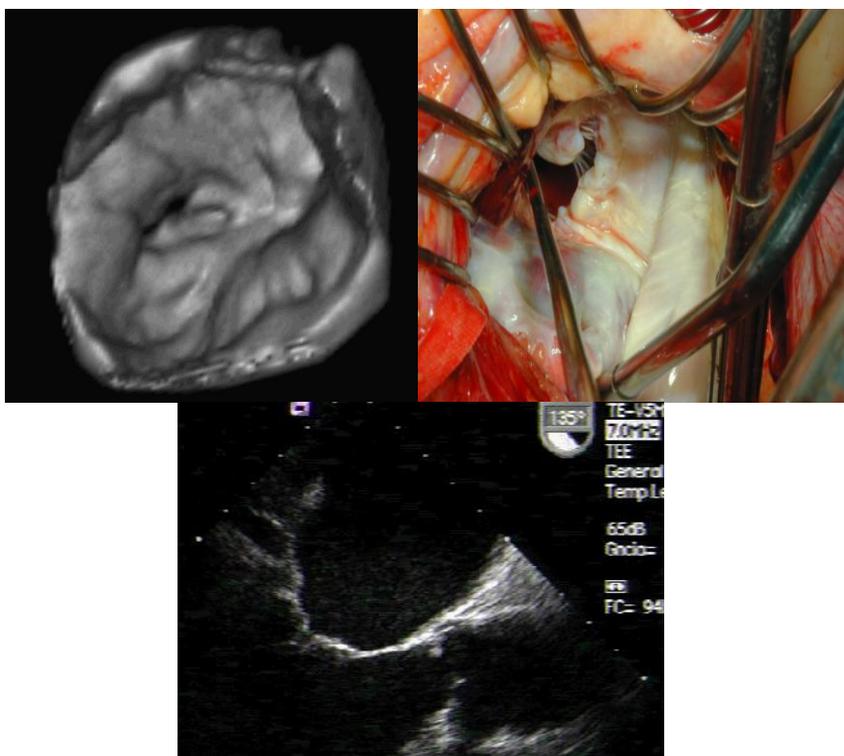


Figura 23. Imágenes tridimensional, quirúrgica y bidimensional de válvula mitral isquémica con defecto a nivel de segmentos medios de ambos velos y defecto ligero a nivel de segmentos mediales.

No hubo diferencias en la precisión de los estudios bi y tridimensional respecto a la detección de perforación de velos, dilatación anular o enfermedad de aparato subvalvular (tabla 16)

TABLA 16. Concordancia entre la ecocardiografía y la cirugía en la detección de perforaciones, dilatación anular y rotura de cuerdas.

	Eco 2D-cirugía	Eco 3D-cirugía	p
Concordancia (%)			
Perforación velos	100	100	ns
Dilatación de anillo	85	86	ns
Rotura cuerdas	88	94	ns

Las sensibilidades y especificidades para cada uno de los segmentos en los estudios bi y tridimensional teniendo como referencia los hallazgos quirúrgicos se describen en la tabla a continuación.

Tabla 17. Sensibilidad y especificidad de cada segmento en las ecocardiografías bi y tridimensional

	S eco 2d	E eco 2d	S eco 3d	E eco 3d
P1	88,9	95	92,8	93,8
P2	98,3	100	100	100
P3	88,4	86,7	86,3	92,6
A1	60	100	100	100
A2	78,5	98	94,7	95,3
A3	77,7	95	84,6	94

4.2 Discordancia entre la cirugía y el estudio ecocardiográfico

El estudio 2d clasificó incorrectamente 22 segmentos, (de un total de 470 analizados): 11 segmentos se definieron como afectados por la ecocardiografía pero no fueron detectados en la cirugía, y otros 11 segmentos no se consideraron afectados por la ecografía y sí durante la operación.

La afectación valvular era compleja en un 78% de los casos clasificados incorrectamente, definiendo como compleja la afectación de ambos velos, de más de dos segmentos afectos en un mismo velo y la afectación comisural. En la afectación de velo posterior se clasificaron incorrectamente dos segmentos, siempre en el contexto de prolapso de múltiples segmentos.

El estudio tridimensional clasificó incorrectamente 14 segmentos (de 417 analizados). El fallo en la detección de segmentos afectos estuvo en relación en la mayoría de casos con una escasa calidad del estudio por artefactos de movimiento. La concordancia fue también peor en pacientes con regurgitación mitral isquémica. Ocho segmentos se diagnosticaron en exceso en relación a los hallazgos quirúrgicos.

En general, los errores cometidos con la ecografía tridimensional no estuvieron relacionados con la presencia de enfermedad compleja, afectación del velo anterior o de ambos velos (tabla 18, figuras)

TABLA 18. Discordancia entre el estudio ecocardiográfico y la cirugía

Errores en la clasificación	<i>Eco 2D-cirugía nº segmentos</i>	<i>Eco 3d-cirugía nº segmentos</i>
N de segmentos	22/470	14/417
Afección de dos segmentos	14	4
Afección de varios segmentos	6	2
Afección de un segmento	2	8 *
Afectación comisural	30% discordancia	0% discordancia

*Pacientes con poca calidad del estudio 3d.

Ejemplos de válvulas con afectación compleja (figuras 24-26)

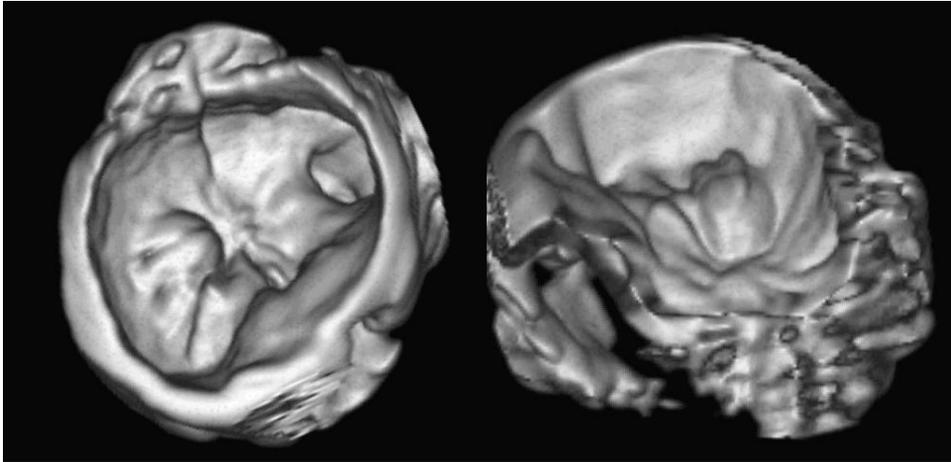


Figura 24. Prolapso complejo de válvula mitral, en el que aparecen afectos los segmentos medio de ambos velos (A2 y P2). Visión auricular (izquierda) y frontal (derecha).

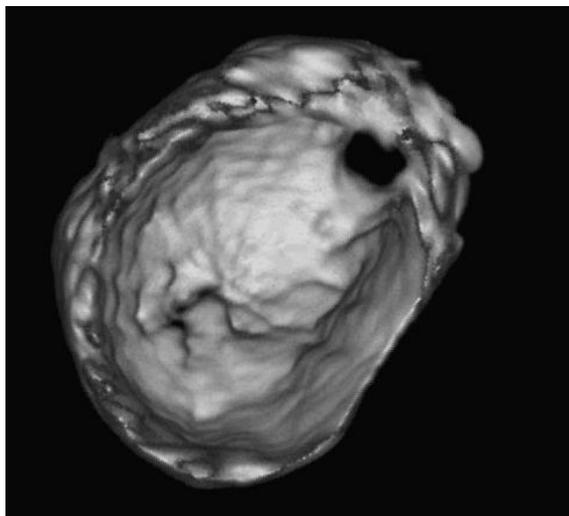


Figura 25. Paciente con afectación valvular compleja: prolapso de segmento medial de velo posterior (P3) con afectación de la comisura posterior.

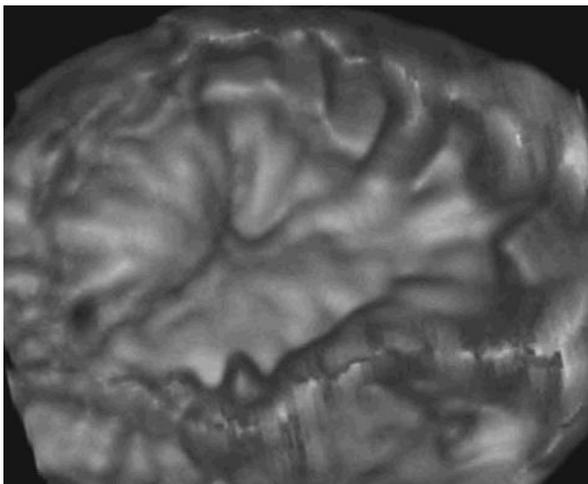


Figura 26. Prolapso de ambos velos, más marcado del posterior, aunque se encuentran afectados todos los segmentos.

Un determinado número de segmentos (16/486 en el 2d y 6/423 en el 3d) se consideraron no evaluables. Sin embargo la lesión fundamental se determinó en la mayoría de estos casos (por ejemplo, existía un claro prolapso de P2 pero el segmento A1 no podía ser evaluado con fiabilidad, aunque no parecía estar afectado).

En los casos de enfermedad compleja, 6 segmentos se clasificaron incorrectamente por eco 3d, frente a 18 segmentos en el caso del eco 2d, lo que resultó significativamente diferente ($p=0,02$). En cinco de estos pacientes (6%) el eco 2d indicó una afectación de un solo velo o falló en la detección de afectación comisural, mientras que el eco 3d detectó la afectación compleja que luego se confirmó en la cirugía. De hecho, estos pacientes sufrieron una cirugía reparadora compleja (en tres casos una técnica de Alfieri, un caso de comisuroplastia asociada a resección cuadrangular y una resección extensa de velos). Dos de estos cinco pacientes estaban en grado funcional NYHA I, uno en grado II y dos en grados III y IV.

Siete segmentos fueron clasificados de la misma forma por los ecocardiogramas 2 y 3 d, pero discordaron respecto a la cirugía. Cinco por sobre diagnóstico y dos por falta de detección. Cuatro de los segmentos diagnosticados en exceso correspondieron a los pacientes con IM isquémica

4.3 Anatomía valvular en relación al fallo de la reparación y necesidad de una prótesis intraoperatoria

La reparación falló y requirió la implantación de una prótesis en 7 pacientes. Cuatro de ellos presentaban una enfermedad compleja (tres enfermedad de ambos velos y uno afectación de velo anterior y comisural). Un quinto paciente tenía un prolapso del segmento posterior medio de etiología isquémica, y continuó con regurgitación mitral residual significativa a pesar de la reparación. El sexto paciente tenía un prolapso de P2 e hipertrofia ventricular izquierda y desarrolló un movimiento sistólico anterior de los velos mitrales con obstrucción significativa en el tracto de salida, refractario a tratamiento farmacológico. El último paciente presentó un fallo multiorgánico y sepsis postoperatorios con el resultado de muerte intrahospitalaria.

De estos pacientes, uno no pudo ser evaluado con precisión con ecografía 2d ni 3d por la pobre calidad de imagen.

Los estudios ecocardiográficos del resto de pacientes mostraron concordancia entre el eco 2d y la cirugía en 4 pacientes y discordancia en los otros dos. En estos, el fallo diagnóstico se debió a una incorrecta clasificación de enfermedad compleja como simple (una enfermedad de dos velos como enfermedad simple, o ausencia de detección de afectación comisural). En contraste, el eco 3d concordó con la cirugía en los seis pacientes.

4.4 Variabilidad intra e interobservador

Se seleccionó una muestra aleatoria de 30 pacientes para analizar la variabilidad intra e interobservador. Un ecocardiografista experto pero sin experiencia en la técnica tridimensional fue el segundo observador de la misma. Se le dieron instrucciones respecto a la orientación espacial de las imágenes 3d y se le enseñaron ejemplos. Usando estas reglas simples, se obtuvo una concordancia para la detección de segmentos afectados entre el 86 y el 100% (A1:98%, A2:93%, A3:91%, P1: 92%, P2:100%, P3:86%), del 100% en la detección de hendidura o perforación valvular y del 90% en la detección de rotura de cuerdas respecto al observador experimentado en 3d. El observador sin experiencia valoró las imágenes tridimensionales como de sencilla interpretación.

La concordancia intraobservador para las imágenes 3d fue del 95%. La concordancia interobservador en las imágenes 2d entre dos ecocardiografistas expertos fue del 86% (κ 0,78).

5. SEGUIMIENTO

Se obtuvo información del 98% de los supervivientes en un seguimiento medio de $54 \pm$ meses (rango , mediana 60 meses).

5.1 GRUPO RV **Causas mortalidad y tiempo de seguimiento**

Cinco pacientes fallecieron en el seguimiento (7,4%). Cuatro pacientes (6%) fueron reintervenidos por regurgitación mitral significativa, implantándose una prótesis. Veintitres por ciento de los pacientes sufrieron algún reingreso en el seguimiento. La causa mas frecuente fue la insuficiencia cardiaca (7p). Otras complicaciones se describen en la tabla 19. Uno de los pacientes reparados presenta anemia hemolítica a pesar de un resultado quirúrgico aceptable. Un 54% de los pacientes estaba en tratamiento permanente con acenocumarol en el seguimiento.

Tabla 19. Complicaciones en el seguimiento

ACVA	7 (10,5%)
Insuficiencia cardiaca	21 (31%)
Derrame pericárdico*	2 (3%)
Fiebre	3 (5%)
IM severa	10 (15%)
Endocarditis	0

ACVA: accidente cerebro vascular agudo. *Derrame pericárdico que requiere pericardiocentesis. IM:insuficiencia mitral

El seguimiento ecocardiográfico mostró una regurgitación mitral de grado 2 sobre cuatro en 13 y de grado 3 o 4 en 4 pacientes, que estuvo relacionada con la etiología previa de la insuficiencia ($p < 0,001$) (tabla 20). La mayor incidencia de IM en el seguimiento apareció en los pacientes de etiología isquémica. En los cuatro pacientes con IM severa (>2) en el seguimiento, la etiología previa fue isquémica en dos casos y mixoide con prolapso severo de ambos velos en los otros dos.

Tabla 20. IM ≥ 2 en el seguimiento en relación con la etiología de la IM

Isquémica	4 (45%)
Endocarditis	1 (33%)
Congénita	1 (33%)
Rotura aislada de cuerdas	1 (13%)
Mixoide	5 (9%)
Prolapso ambos velos	3
Prolapso velo posterior	2

La cirugía reparadora empleada también se relacionó con la regurgitación igual o superior a un grado 2 en el seguimiento ($p=0,05$) (tabla 21)

Tabla 21. IM \geq 2 en el seguimiento en relación con el tipo de cirugía

Resección cuadrangular	4 (8,7%)
Alfieri	4 (28%)
Anuloplastia	3 (43%)
Otras	2 (33%)

Otros parámetros ecocardiográficos (diámetros, función sistólica, presión pulmonar, área de reparación) del ecocardiograma en el seguimiento se muestran en la tabla 22. Cuatro pacientes presentaron una FE final menor del 50%. La presión sistólica pulmonar fue superior a 50 mmHg en cinco pacientes; tres insuficiencias mitrales significativas, una estenosis y una hipertensión pulmonar persistente postoperatoria que falleció en el seguimiento. Ocho pacientes presentaron una reparación considerada estenótica (área menor de 1,5 cm² y grado de la NYHA superior a uno).

Tabla 22. Ecocardiograma final

Diámetro telediastólico (mm)	49 \pm 5
Diámetro telesistólico (mm)	34 \pm 5
Fracción de eyección (%)	59 \pm 8
Presión sistólica pulmonar (mmHg)	36 \pm 9
Área de la reparación (EC) mm ²	1,9 \pm 0,3

EC: Ecuación de continuidad

El grado funcional final de los pacientes en la revisión fue muy bueno; un 92% de los mismos se encontraron en la revisión final en grado 1 (32%) ó 2(60%) de la NYHA.

La probabilidad de conseguir el objetivo previsto con la reparación (supervivencia a medio plazo con una válvula continente o con regurgitación residual ligera y sin estenosis significativa), se consiguió con mayor eficacia en el grupo de pacientes con valvulopatía mixoide-degenerativa (82%) que en el grupo restante (48%) (isquémica, endocarditis, congénita y rotura de cuerdas) ($p=0,02$). En el grupo de degeneración mixoide, se alcanzó un buen resultado especialmente

cuando la afección era solo de velo posterior frente al prolapso de ambos velos o de velo anterior (85% vs 72% p=0,03).

5.2 Grupo SV

El seguimiento medio fue de 58,7 +- 22 meses, rango 12-89, mediana 62 meses (5 años).

Un treinta y nueve por ciento de los pacientes sufrieron algún reingreso. Dos pacientes fueron reintervenidos: uno por bloqueo de un hemidisco y otro por dehiscencia del anillo protésico respectivamente. Otras causas de reingreso y complicaciones se describen en la tabla 23.

Dos pacientes de este grupo presentaron regurgitación mitral de grado 2 en el seguimiento. El 84% de los pacientes se encontraba en la revisión final en grado funcional 1 ó 2.

Tabla 23. Complicaciones en el seguimiento

ACVA	3 (4,8%)
Insuf cardiaca	9 (14%)
Derrame pericárdico*	5 (8%)
Fiebre	2 (3%)
Endocarditis	1 (1,6%)
Disfunción protésica	4 (6,3%)
Dehiscencia esternal	1 (1,6%)
Disfunción otra prótesis	3 (5%)

ACVA: accidente cerebro vascular agudo. *Derrame pericárdico que requiere pericardiocentesis.

Los parámetros de función ventricular en el seguimiento muestran fracciones de eyección medias y diámetros ventriculares conservados (tabla 24).

Tabla 24. Ecocardiograma final

Diámetro telediastólico (mm)	49 ± 6
Diámetro telesistólico (mm)	34 ± 7
Fracción de eyección (%)	55 ± 10
Presión sistólica pulmonar (mmHg)	40 ± 12
Área de la prótesis (EC) mm ²	2,0 ± 0,27

Tres pacientes presentaban al final de seguimiento una insuficiencia mitral de grado II/IV, y un paciente una insuficiencia de grado III/IV.

Mortalidad

Nueve pacientes fallecieron en el seguimiento (14,5%). Siete casos tuvieron relación con la cardiopatía. Las causas de muerte se enumeran en la tabla 25.

Tabla 25. Causas de mortalidad

Endocarditis tras intervención de vesícula
Pancreatitis
ACVA (suspensión de anticoagulación por hemorragia digestiva)
ACVA e insuficiencia renal
Endocarditis
Insuficiencia cardíaca y respiratoria e insuficiencia renal
Cirrosis (hipertensión pulmonar severa)
ACVA por posible trombosis protésica
Desconocida

ACVA: accidente cerebro vascular agudo.

DISCUSIÓN

1. Concordancia entre los estudios ecocardiográficos y la cirugía

La misión fundamental de este estudio ha sido el evaluar el valor añadido del eco 3d en la valoración de la válvula mitral regurgitante con indicación de reparación según el estudio bidimensional. El tratamiento óptimo de los pacientes con regurgitación mitral se beneficia de forma clara de la máxima información posible sobre la estructura y función de la válvula mitral.

En caso de disponer de una prueba de imagen preoperatoria de gran precisión, la detección de una enfermedad valvular sencilla hace que se pueda ofertar una reparación valvular precoz, en el paciente sin síntomas o sin signos de afectación ventricular izquierda. Este manejo permitiría obtener mejores resultados operatorios y prevenir los efectos negativos de la insuficiencia mitral sobre el ventrículo izquierdo, así como el desarrollo de fibrilación auricular e hipertensión pulmonar.

Por otro lado, la precisión diagnóstica previa puede ser también un estímulo para la reparación de válvulas más complejas.

La ecocardiografía es una técnica operador-dependiente y presenta una variabilidad interobservador. Es sin embargo la técnica de imagen fundamental para la valoración del mecanismo y severidad de la insuficiencia mitral.

La resonancia magnética es la técnica de imagen más reciente en este campo, y puede proporcionar una información morfológica y funcional de la válvula mitral. Sin embargo, en el momento actual no supera a la ecocardiografía; es inferior a la misma en la valoración morfológica de la válvula mitral y en la identificación del mecanismo de la regurgitación (172). Presenta una resolución espacial menor que la de la ecocardiografía transesofágica, y el desplazamiento de las válvulas sobre el plano de corte hace que no se puedan emplear métodos directos en la cuantificación de la regurgitación, sino indirectos a través de las estimaciones de los flujos regurgitantes. La calidad de las imágenes se degrada claramente ante la presencia de fibrilación auricular y presenta un coste claramente superior. Por tanto en el momento actual solo puede considerarse una alternativa en el caso de que la ecocardiografía no pueda aportar suficiente información y para proporcionar información complementaria especialmente en relación a la evaluación seriada de función y volúmenes ventriculares.

La ecocardiografía tridimensional proporciona orientaciones únicas de la válvula mitral, que no pueden obtenerse mediante la ecografía 2d. Ha condicionado una ampliación del conocimiento acerca de la verdadera estructura de la válvula, y ha redefinido el diagnóstico de prolapso valvular mitral. Las imágenes tridimensionales nos han aportado una visión de los velos, orificio y aparato subvalvular que no había sido posible con el eco 2d. Por ejemplo podemos en la actualidad ver la válvula mitral desde una perspectiva auricular o ventricular. A pesar de todas estas ventajas, el eco 3d no se emplea aún de forma rutinaria en la práctica clínica en esta enfermedad, por el aumento de complejidad que supone en la exploración y en el análisis posterior de los datos, y porque son necesarios estudios que validen y delimiten su aportación práctica en las patologías concretas. En este sentido, el papel del eco 3d en la valoración morfológica y funcional de la válvula mitral en pacientes con insuficiencia valvular ha sido escasamente estudiado de una forma sistemática, y menos aún su aportación concreta en el campo de la reparación valvular mitral.

La causa más frecuente de la insuficiencia mitral y la más estudiada mediante el ecocardiograma tridimensional ha sido la degeneración mixoide, que ha mostrado una concordancia con los hallazgos quirúrgicos de entre el 85 y el 94% en los distintos estudios (99,101,173).

En nuestro estudio se ha estudiado una serie consecutiva de pacientes sometidos a reparación de múltiples etiologías, la más frecuente la mixoide, pero también otras como isquémica, rotura aislada de cuerdas, endocarditis o congénita. Los resultados del estudio 3d mostraron globalmente una muy buena concordancia con los hallazgos quirúrgicos, y ligeramente superior a la encontrada mediante el estudio bidimensional (174).

En nuestro estudio, la ecografía bidimensional mostró una sensibilidad global buena para detectar los segmentos afectados. La precisión de esta técnica ha sido variable entre estudios, con sensibilidades entre el 78 y el 95% y especificidades entre el 90 y el 96%. Dicha precisión está relacionada con el hecho de que el ecocardiograma transesofágico se realice de forma sistemática (175). En nuestro estudio, la concordancia con la cirugía en el caso del eco 2d varió según los diferentes segmentos entre un 88 y un 98%. Respecto al estudio tridimensional, las concordancias variaron entre un 89 y un 100%, siendo ligeramente superiores para casi todos los segmentos, aunque significativamente solo en el caso del segmento anterior-lateral y en la afectación de comisuras.

La ausencia de diagnóstico de una afección comisural es de importancia, ya que la reparación de la misma no es sencilla y puede condicionar peores resultados quirúrgicos. De igual forma, la ausencia de detección de una afectación de un segmento de velo anterior, puede llevar por ejemplo

al diagnóstico erróneo de enfermedad localizada en velo posterior, de muy diferente pronóstico en cuanto a las expectativas quirúrgicas que una afectación de ambos velos.

A pesar de las buenas concordancias descritas entre el estudio bidimensional y los hallazgos quirúrgicos, un número no despreciable de segmentos, en nuestro caso 22 segmentos de un total de 81 pacientes, se clasifican incorrectamente mediante el eco 2d, y se produjo de forma especialmente frecuente en el caso de afectación valvular compleja. Estos casos requieren en general una cirugía más complicada, con técnicas reparadoras más difíciles y menos estandarizadas, de varias técnicas reparadoras asociadas o de necesidad de reparación comisural.

El diagnóstico preciso de estos casos es fundamental en este tipo de pacientes, para tomar la decisión de reparar la válvula o de sustituirla por una prótesis, así como para decidir el momento (precoz o no) de la intervención. En aquellos casos en que la afectación detectada no sea sencilla, la cirugía precoz no ha mostrado ventajas evidentes en la literatura. El operar antes del desarrollo de síntomas se ha mostrado beneficioso en aquellos pacientes con probabilidad de reparación muy elevadas a priori y siempre que los resultados quirúrgicos sean excelentes.

Grados incluso ligeros de regurgitación postoperatoria están asociados a mayores complicaciones en el seguimiento, así como a la probabilidad de necesitar una reintervención, ya con un riesgo quirúrgico claramente superior o de presentar regurgitación mitral significativa, con la consiguiente repercusión sintomática y pronóstica. En nuestra serie, la afectación anatómica valvular compleja preoperatoria se relacionó con la implantación de prótesis intraoperatoria tras una reparación fallida y con la presencia de regurgitación significativa en la evolución. En este sentido no se cumplen las condiciones para indicar una cirugía precoz, y en algunos casos sería necesario incluso adecuar la decisión de reparación frente a la de sustitución valvular en cada caso concreto.

En el caso del estudio tridimensional, se clasificaron incorrectamente 14 segmentos, en relación con un estudio de calidad deficiente en general por artefactos de movimiento, y sin relación con la presencia de enfermedad valvular compleja. Es decir, cuando la imagen obtenida por el eco 3d es de buena calidad, la apreciación de la enfermedad valvular es muy precisa, no importa lo compleja que sea. La valoración es de poca precisión solo en relación con problemas técnicos de este método, en general relacionados de una u otra forma con el hecho de que la adquisición no se realiza en tiempo real.

En nuestra serie, en 5 pacientes (6%) la afectación compleja fue detectada por el eco 3d pero no por el 2d, que los clasificó erróneamente describiendo una afectación valvular simple. Estos pacientes sufrieron cirugías reparadoras complejas. Además, tres de ellos se encontraban en grado funcional NYHA I o II con función ventricular normal, lo que implica que se indicó una cirugía en un estado precoz de evolución de la valvulopatía mitral. La demostración mediante eco 3d de la complejidad de la valvulopatía, podría haber retrasado la indicación quirúrgica de estos pacientes de difícil reparación en los centros que no puedan ofertar una reparación exitosa al menos hasta el desarrollo de síntomas.

La ecografía 3d ha mostrado su eficacia en el análisis de mecanismos que determinan la regurgitación mitral secundaria (ante isquemia miocárdica o miocardiopatía) (124-126, 133,176), lo que ha condicionado estudios experimentales dirigidos a corregir la distorsión anatómica que subyace a la insuficiencia mitral(127,129,132).

En nuestro estudio, la concordancia más baja entre el estudio ecográfico 3d y la cirugía se dio en los casos de regurgitación isquémica, aunque en algunos de estos casos la situación de cardioplejia puede haber condicionado una disminución de la precisión diagnóstica quirúrgica. En estos casos, la ecografía aparentemente diagnosticó varios segmentos por exceso, según los hallazgos quirúrgicos posteriores.

Es probable sin embargo, que dicha situación no sea la ideal para la valoración de estas válvulas. Una afectación de la geometría del aparato subvalvular puede hacer patente un prolapso o un defecto de coaptación en una determinada región mientras la válvula está funcionalmente activa, mientras que en situación de parada cardiaca dicho prolapso puede no ser evidente (figura 1).

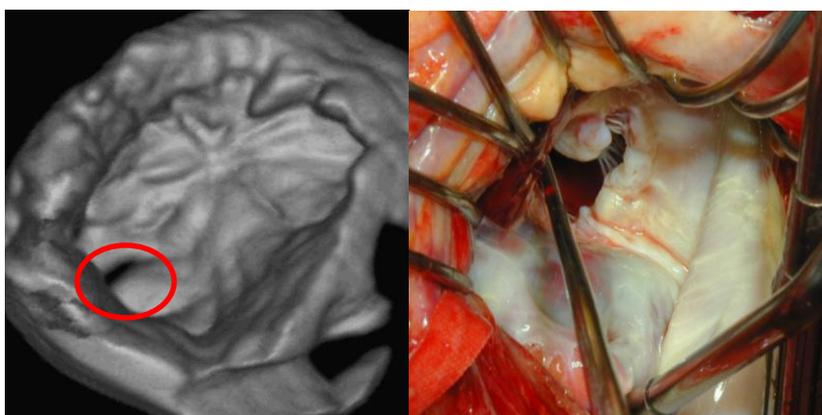


Figura. Válvula mitral isquémica. Prolapso de los segmentos mediales de los velos anterior y posterior en la región de la comisura posterior, con defecto de

coaptación en este punto (círculo rojo). La visión quirúrgica de la válvula por el contrario, no detecta ningún segmento específico afectado durante la cardioplejia. A pesar de que las técnicas especialmente dirigidas al defecto que produce la insuficiencia en el caso de la regurgitación isquémica están todavía poco experimentadas, la detección del defecto específico y la confirmación de su resolución tras la reparación pueden modificar o adecuar la reparación a cada caso.

Otra posibilidad es que en estos casos, grados menores de prolapso que no son detectables mediante el estudio 2d o durante la cirugía sean visibles mediante el estudio 3d, por la mayor sensibilidad de este método (103,173). Así, es posible que la visión quirúrgica de la válvula en esta etiología no pueda considerarse realmente el patrón de referencia de su afectación morfológica y funcional, y que la valoración tridimensional tanto de la válvula como de las estructuras subvalvulares (ventrículo izquierdo, aparato subvalvular y las relaciones entre los mismos), sean más precisos.

En nuestra serie por otra parte, los pacientes con insuficiencia mitral isquémica son los que mostraron más problemas en el seguimiento, con un éxito en situación de insuficiencia cardíaca e insuficiencia mitral severa y una alta incidencia de insuficiencia mitral significativa a medio plazo. Se confirma por tanto que son pacientes de abordaje quirúrgico especialmente difícil, y con resultados poco predecibles, de acuerdo con lo descrito en la literatura incluso en los centros de referencia en reparación.

2. Necesidad de prótesis intraoperatoria

Otro subgrupo de interés es el de los pacientes que requirieron intraoperatoriamente una sustitución valvular tras una reparación fallida. En este grupo, la ecocardiografía 2d mostró discordancia en 2 de los seis pacientes evaluados, con una clasificación incorrecta en ambos de enfermedad compleja como simple. No existió esta discordancia en la valoración 3d.

Dado el escaso número de pacientes, no puede concluirse que la ecocardiografía 3d suponga una ventaja clínica sobre el estudio bidimensional, pero los hallazgos sí indican una mayor precisión diagnóstica en la enfermedad compleja y una relación con la reparación fallida y la necesidad de reemplazo valvular intraoperatorios.

En este sentido, el eco 3d puede ser de gran valor en casos seleccionados para mejorar la caracterización de la fisiopatología de la

válvula mitral y para alertar a los cirujanos de la necesidad de una cirugía más compleja que la que podría parecer según el estudio bidimensional, condicionando la decisión de elegir una reparación o una sustitución valvular.

3. Variabilidad intra e interobservador

La concordancia interobservador fue muy alta y superior a la del estudio bidimensional, como se ha descrito en otros estudios (103). No es necesario un alto nivel de experiencia en la interpretación de las imágenes, como ocurrió en nuestro caso, en que un observador no experimentado en la reconstrucción ni en el análisis tridimensional pudo hacer un diagnóstico preciso, además de encontrar que las imágenes eran de interpretación relativamente sencilla.

Esta técnica tiene la ventaja añadida de que es menos dependiente del operador que el estudio bidimensional, porque el transductor no requiere movimientos precisos para situar el plano de corte en el lugar adecuado para localizar los segmentos o buscar planos no habituales en casos de variación de la anatomía.

4. Limitaciones de la ecocardiografía tridimensional

El estudio tridimensional prolonga el tiempo requerido para un estudio bidimensional (alrededor de 3 minutos para la adquisición y 15 a 20 minutos para la reconstrucción y análisis).

En la mayoría de los casos, la imprecisión del estudio 3d estuvo relacionada con problemas técnicos derivados del hecho de que no se realizó en tiempo real. Este hecho implica que es necesario adquirir múltiples planos de corte a lo largo de unos minutos y luego con su codificación espacial y temporal “acoplarlos” en una estructura tridimensional única. Si se produce un desplazamiento del transductor bien por movimiento del paciente o del operador, o la frecuencia cardiaca es muy irregular, el acoplamiento de los planos de corte no se produce de forma adecuada, dando lugar a artefactos tipo “escalón”. Los pacientes con fibrilación auricular muy descontrolada o con intervalos R-R variables pueden sufrir este problema, por lo que se recomienda estabilizar previamente la frecuencia cardiaca tanto como sea posible. En esta situación la adquisición de planos de corte durante el estudio transesofágico se prolonga, así como la reconstrucción final (177) y la calidad del estudio disminuye.

La disponibilidad del estudio 3d en tiempo real transesofágico puede evitar la necesidad del control de la frecuencia cardiaca y movimiento respiratorio del paciente, evitando los artefactos de movimiento y los

problemas derivados de un ritmo irregular. Sin embargo, por el momento permite tan solo la adquisición de un sector reducido, y para conseguir un volumen completo depende también de la adquisición de varios latidos (tiempo no real)

Por todas las limitaciones descritas, no puede usarse la técnica como sustituta del eco 2d en la práctica clínica, y se requieren mejoras en la técnica así como un desarrollo de la investigación clínica en este campo antes de que el 3d pueda considerarse una alternativa total a la ecocardiografía 2d habitual.

El hecho de que el 3d mostrara una mayor precisión en pacientes con enfermedad compleja en nuestro estudio no puede ser interpretado como una demostración definitiva de la ventaja clínica de los estudios tridimensionales sobre los bidimensionales, ya que esto requeriría investigación adicional focalizada en la enfermedad compleja en una muestra más amplia de pacientes.

5. Ecocardiografía transesofágica 3d frente a ecografía transtorácica 2 o 3d

Hasta la fecha, un estudio completo y plenamente fiable de la válvula mitral con insuficiencia no puede ser proporcionado por un estudio transtorácico, sea este bi o tridimensional. La ventana acústica torácica limitada hace que en un porcentaje no despreciable de pacientes no pueda realizarse ese análisis preciso. Esto es especialmente marcado en los pacientes con enfermedad más compleja, siempre de más difícil interpretación.

La reciente introducción de la ecocardiografía tridimensional transtorácica ha permitido a algunos autores formular la hipótesis de que esta técnica podría sustituir la necesidad del estudio transesofágico en el estudio de la válvula mitral. Sin embargo, en la experiencia actual existen limitaciones importantes en este sentido.

La principal es que la calidad del estudio tridimensional depende de forma importante de la calidad de la ventana acústica transtorácica. La valoración precisa de la morfología valvular requiere una gran calidad del estudio tridimensional y a su vez éste requiere una muy buena ventana bidimensional. Por tanto en un porcentaje de pacientes el estudio transtorácico no aportaría la información suficiente y necesaria previo a la reparación valvular mitral. Los errores diagnósticos se producirían además especialmente en los pacientes con lesiones más complejas, con la consiguiente repercusión pronóstica.

Existen otras limitaciones; en aquellos casos con calcificación del anillo, la alta reflectividad del mismo ocasiona defectos de visualización en la estructura valvular, y un aumento de los umbrales de corte.

Aún en los casos seleccionados por buena ventana ecocardiográfica se consiguen en el estudio de la válvula mitral normal y con distintas patologías, unos resultados relativamente discretos: reconstrucciones tridimensionales adecuadas solo en un 78% de los pacientes, visualización óptima del velo anterior en un 84% y del velo posterior en un 77% y delineación adecuada de el aparato subvalvular en un 76%. Cuando el estudio se realiza en una serie consecutiva de pacientes los resultados son aún más pobres como es de esperar; se consigue una reconstrucción adecuada en tan solo 70% de pacientes, una visualización óptima de velo anterior en 51% y de velo posterior en 18% de los pacientes. Las comisuras se valoran adecuadamente en 69% de pacientes (111).

No existen tampoco datos acerca de la comparación entre los resultados del estudio tridimensional frente al bidimensional en este campo, pero dados los elevados valores de sensibilidad y especificidad del estudio bidimensional en el análisis de la morfología valvular mitral, no parece probable que la comparación sea favorable a la técnica tridimensional. Tampoco existen estudios que hayan comparado los resultados del eco 3d transtorácico con la visualización directa de la válvula en la cirugía.

6. Reparación valvular

La decisión de indicar una cirugía en la insuficiencia mitral severa es clara en aquellos pacientes con síntomas severos o signos de disfunción ventricular sistólica. Hay menos evidencias en el manejo de pacientes con función ventricular limítrofe, síntomas leves y pacientes asintomáticos con función ventricular normal.

Sin embargo son cada vez más los que proponen un abordaje quirúrgico en el paciente asintomático en el caso de que la válvula sea reparable (11,12,19, 178), por lo que la reparabilidad de la válvula se constituye en un factor fundamental en el manejo de la regurgitación mitral.

La ausencia de estudios aleatorizados de reparación frente a sustitución valvular mitral limita las posibles comparaciones entre ambas técnicas. Sin embargo, la experiencia favorable a la reparación de los grupos de renombre en la misma, asociado a la disminución significativa del riesgo quirúrgico en los últimos años, han promocionado el desarrollo de las técnicas reparadoras y promovido una actitud quirúrgica más activa

Sin embargo, los pacientes asintomáticos y sin signos de disfunción ventricular presentan un pronóstico relativamente benigno, y pueden permanecer estables durante años, por lo que la justificación de la intervención precoz debe venir dada por una selección precisa de aquellos casos con baja mortalidad operatoria y con válvulas altamente reparables en función de los resultados concretos de cada centro.

Nuestra experiencia en la cirugía reparadora de la válvula mitral se inició en el año 1992. Entre este año y el 2001 se repararon 64 pacientes, con un éxito operatorio del 87,5%. En el año 2002 se inicia esta cohorte prospectiva con protocolización de la actividad reparadora (selección precisa de pacientes, coordinación entre servicios y seguimiento).

En esta serie prospectiva de pacientes no aleatorizados, se observa como es de esperar que los grupos de reparación y reemplazo son diferentes, favoreciendo a los pacientes que se reparan, como es habitual en la literatura al respecto.

La experiencia internacional en reparación ha condicionado que pacientes con válvulas adecuadas sean remitidos a la cirugía en un estado menos evolucionado de la insuficiencia mitral, caracterizado por una mejor situación funcional, escasos o ningún episodio de insuficiencia cardiaca previa, y antes del desarrollo de fibrilación auricular. Sin embargo, aquellos pacientes que presentan válvulas poco aptas para reparación por su anatomía, o por factores como otra valvulopatía, necesidad de revascularización o cirugía previa, esperan al desarrollo de síntomas más relevantes, y llegan a la cirugía con grados funcionales más avanzados y mayores scores de riesgo operatorio. En estas condiciones no es posible establecer una comparación entre ambos grupos, claramente diferentes.

Sin embargo sí es importante analizar los resultados de las series de reparación teniendo como referencia la cirugía de sustitución valvular en el mismo medio y conocer los problemas hospitalarios y en el seguimiento de ambos tipos de pacientes, ya que son las dos alternativas quirúrgicas actuales para el manejo de la regurgitación mitral y es necesario decidir cual es la técnica más adecuada para cada paciente.

7. Estudio valvular del grupo de pacientes reparados

A diferencia de otras series de reparación valvular mitral, en esta se han incluido pacientes consecutivos, por lo que se encuentran diferentes etiologías de la insuficiencia mitral. La más frecuente como es de esperar es la mixoide-degenerativa, pero hasta en un 35% de pacientes la etiología es otra. Así, un 11% de los pacientes presentaban una etiología isquémica, que comporta una morbi-mortalidad operatoria y una incidencia de complicaciones en el seguimiento claramente superior a los pacientes con IM mixoide, y que diferencia a nuestra serie de otras de características más favorables. En el grupo de pacientes con afectación mixoide-degenerativa, había un porcentaje no despreciable de afectación de los dos velos (32%) y del velo anterior (15%) que fueron a pesar de todo sometidos a reparación.

Es interesante destacar que en un grupo de 8 pacientes, la etiología asignada fue la de rotura de cuerdas aislada, sin encontrarse afectación alguna en las valvas sugerente de afectación mixoide ni signos degenerativos o causas isquémicas o funcionales del ventrículo izquierdo que pudieran ser las responsables de la enfermedad valvular. Este subgrupo de pacientes presentó peores resultados que el grupo mixoide; dos perecieron intrahospitalariamente, uno requirió una prótesis tras reparación no adecuada y otro presentó regurgitación mitral en el seguimiento.

La estimación de la gravedad de la regurgitación por ecocardiografía mostró un grado claramente severo de la misma. Sin embargo, la mayoría de los pacientes presentaban una fracción de eyección mayor al 55%, lo que indica que efectivamente el abordaje quirúrgico fue relativamente precoz.

8. Resultados de la reparación

Un porcentaje importante de pacientes (16%) fueron sometidos a cirugía combinada (valvular, congénita) o a revascularización (5%). La técnica reparadora se eligió en función de las características anatómicas de la válvula como es habitual, empleándose técnicas más complejas a mayor complejidad valvular.

Las características anatómicas o el tipo de reparación quirúrgica empleados no condicionaron diferencias en cuanto a mortalidad operatoria, que estuvo condicionada por características clínicas previas.

El éxito hospitalario de la reparación (88%) es similar al descrito en otras series. Las complicaciones hospitalarias en general fueron de carácter leve (fibrilación auricular o insuficiencia renal transitorias, fiebre prolongada sin diagnóstico de endocarditis). Un paciente presentó un accidente embólico cerebral, un paciente requirió pericardiocentesis y 6 presentaron insuficiencia cardíaca postoperatoria. La causa más frecuente de reingreso fue la insuficiencia cardíaca, más común en los primeros meses postoperatorios. Sin embargo al final del seguimiento el grado funcional de los pacientes fue muy bueno, encontrándose en grado funcional según la NYHA I o II el 97% de los mismos. Un paciente presentó un episodio embólico cerebral en el seguimiento y no apareció ningún caso de endocarditis sobre la válvula reparada.

La presencia de regurgitación mitral ≥ 2 en el seguimiento estuvo claramente relacionada tanto con la etiología de la IM como con el tipo de cirugía empleada. Así, fue máxima ante etiología isquémica (45%) y menor ante afectación mixoide (3 pacientes con prolapso de ambos velos y 2 pacientes con prolapso de velo posterior) y respecto al tipo de cirugía fue máxima ante la anuloplastia aislada (empleada en general en la IM isquémica) y la técnica de Alfieri (empleada en el prolapso de velo anterior o de ambos velos) y mínima con la resección cuadrangular.

Otro aspecto importante en el seguimiento de estos pacientes es que un 60% de los mismos seguía tratamiento permanente con acenocumarol. Hasta un 30% de los pacientes presentaban fibrilación auricular permanente preoperatoria, y este porcentaje no disminuyó postoperatoriamente. En otros casos el mantenimiento del tratamiento se debió a sustitución aórtica asociada, dilatación severa de aurícula izquierda o función sistólica ventricular izquierda deprimida.

9. Decisión quirúrgica

Consideramos los resultados de la reparación son de calidad aceptable en los pacientes con regurgitación debida a degeneración mixoide de la válvula. Calidad aceptable se considera el hecho de que a medio plazo se consigue el objetivo de supervivencia sin prótesis, con una válvula mitral continente o con regurgitación ligera (1/4) y sin ningún tipo de complicación en un 85% de los pacientes. Si estos resultados son lo suficientemente buenos como para ofrecer este tipo de cirugía a pacientes asintomáticos, es cuestión abierta a debate. Cuando está afectada únicamente la valva posterior, la probabilidad de conseguir el objetivo deseado, asciende al 90% y en este subgrupo podríamos considerar un abordaje reparador precoz.

Cuando en el estudio ecocardiográfico se detecta afectación también de velo anterior, la indicación quirúrgica en el paciente asintomático es mas dudosa, puesto que hay una posibilidad cierta de que el paciente salga de quirófano con una prótesis o presente una regurgitación significativa en el seguimiento.

Los resultados de la reparación fueron significativamente menos efectivos en el heterogéneo subgrupo de patología no mixoide, en el que predominaba la regurgitación de etiología isquémica. En nuestra opinión es necesario individualizar, sin forzar la reparación en caso de que las características valvulares no sean muy adecuadas. Pensamos que es preferible una sustitución con prótesis bivalva y preservación de aparato subvalvular que una reparación con resultado mediocre tras un tiempo prolongado de clampaje aórtico.

La regurgitación isquémica es especialmente compleja en cuanto a su morbi-mortalidad, dificultad de abordaje quirúrgico y resultados de la reparación incluso en instituciones con gran tradición en esta cirugía.

Otra cuestión importante a tener en cuenta es que la mayoría de los estudios analizan la supervivencia y necesidad de reoperación en el seguimiento, pero no describen la recurrencia ecocardiográfica de la regurgitación mitral. Así, en centros de experiencia, en el caso de la degeneración mixoide, la patología más favorable para la reparación, la tasa de recidiva anual de insuficiencia mitral severa en un seguimiento ecocardiográfico cuidadoso es del 3,8%, y la de insuficiencia $>1/4$ del 8,3% (29). Esta recurrencia acumulativa de regurgitación, similar a la encontrada en nuestro estudio (9%), es el *talón de Aquiles* de estos procedimientos.

10. Sustitución valvular mitral

Respecto al grupo de sustitución protésica mitral, presenta una mortalidad operatoria significativa, aunque se encuentra dentro de lo esperable cuando se ajusta por índice de riesgo (Parsonnet y euroSCORE) al tratarse de una población de riesgo elevado. Este grupo presenta como ventaja respecto a la reparación una menor incidencia de regurgitación mitral significativa en su evolución. Sin embargo, no está exento de complicaciones de importancia en el seguimiento a corto y medio plazo; reingreso por derrame pericárdico que requirió pericardiocentesis en un 8%, reingreso por insuficiencia cardiaca en un 10%, dos pacientes presentaron disfunción protésica y necesitaron ser reintervenidos, dos pacientes presentaron un episodio de embolia cerebral, un paciente un

episodio de sangrado digestivo grave, una endocarditis protésica y tres pacientes presentaron regurgitación en la prótesis aórtica. Es decir, casi la cuarta parte de los pacientes presentaron alguna complicación importante en un seguimiento a tres años, lo que confirma que la mortalidad operatoria y el riesgo de complicaciones en el seguimiento siguen siendo altos en esta cirugía.

11. Función ventricular izquierda

Otro aspecto interesante es que la función ventricular izquierda de los pacientes sometidos a sustitución valvular se mantiene en el seguimiento en niveles similares a los de RVM. Probablemente este hecho esté relacionado con varios factores como son un seguimiento limitado en el tiempo, la conservación del aparato subvalvular en la mitad de los pacientes y del escaso número de pacientes con disfunción ventricular izquierda manifiesta preoperatoria, en los cuales el método quirúrgico empleado podría tener mayor relevancia. Un 80% de los pacientes tenían preoperatoriamente una fracción de eyección superior al 55%, lo que refleja una mejor atención a los pacientes con IM crónica, que en series antiguas llegaban a la intervención con disfunción ventricular manifiesta.

12. Limitaciones del estudio

Nuestra serie adolece de cortedad en el número de pacientes estudiados. Esto es un obstáculo estadístico para excluir diferencias importantes que una muestra de mayor peso hubiese puesto de relieve. Tiene, por el contrario, la ventaja de un seguimiento preciso, tanto clínico como ecocardiográfico, de la gran mayoría de los pacientes. Esta cuestión es fundamental cuando se quiere precisar la durabilidad de un buen resultado inicial.

Otra limitación importante la constituye el hecho de que no hemos abordado la patología mitral reumática, una entidad todavía presente en nuestro medio. Aún con todas estas reservas, creemos que este estudio tiene la virtud de analizar los resultados concretos con la reparación mitral en un centro cuya problemática diaria está seguramente, muy alejada de la de los grandes centros quirúrgicos con amplia experiencia en la materia.

La superioridad de la ecografía tridimensional en ciertos subgrupos de pacientes en este estudio no puede considerarse una demostración definitiva de la ventaja clínica de esta técnica frente a la técnica bidimensional, por lo que son necesarios estudios clínicos

específicamente dirigidos a dichos subgrupos antes de establecer su implicación definitiva en la práctica clínica.

CONCLUSIONS

- 1.- The anatomical and functional study of preoperative mitral insufficiency is essential for deciding the timing and suitability of surgical repair.
- 2.- Two-dimensional transesophageal studies have limitations, especially in the diagnosis of more complex valve lesions, whose repair is more difficult.
- 3.- Three-dimensional studies may complete the diagnosis in these cases and offer images that are easier to interpret, assisting decisions on the reparability of the valve and the surgical approach. Investigation must continue in this field to establish the clinical relevance of these findings.
- 4.- Mitral valve repair requires a precise clinical and echocardiographic patient selection. An acceptable level of effectiveness is achieved in myxomatous cases in our setting, permitting the consideration of an early surgical approach in patients with posterior leaflet prolapse.
- 5.- In other anatomical types, a major improvement will probably be required before repair can be considered a clearly superior alternative to valve replacement.

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

1. Carreras F, Sualís A, Leta R, Alegret JM, Borrás X, Pons Lladó G. Utilidad de la ecocardiografía en la selección, control intraoperatorio y seguimiento de los pacientes con insuficiencia mitral candidatos a cirugía reconstructiva valvular. *Rev Esp Cardiol* 1997; 50 (Supl 5):8-14
2. JF Carretero, J Mora, R Vivancos, M de Mora, JM Sánchez Calle, N Gonzalez de Vega, F Malpartida. Criterios ecocardiográficos de selección de pacientes para reparación valvular mitral. *Rev And Cardiol* 2001;36:187-195.
3. Alberto Igual, Carlos-A. Mestres. Cirugía Cardiovascular en España en los años 2006-2008. Registro de intervenciones de la Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular (SECTCV). *Cirugía Cardiovascular* 2010;17: 75-93.
4. Evaristo Castedo. Vanessa Moñivas. Rubén A Cabo. Emilio Monguió. Carlos G Montero. Raúl Burgos. Santiago Serrano-Fiz. Gabriel Téllez de Peralta. Magdalena González. Miguel A Caverro. Juan Ugarte. Reparación valvular en la insuficiencia mitral crónica. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:864-867.
5. García-Orta R, Moreno-Escobar E, Ruiz-López MF, Vidal-Alarcón M, Lara-Torrano J, Azpitarte J. Mitral valve repair for mitral regurgitation. *Rev Esp Cardiol.* 2006; 59:743-746
6. Estévez-Cid F, Bouzas-Mosquera A, Mosquera-Rodríguez VX, Cuenca-Castillo JJ, Portela-Torrón F, Alvarez-García N. Mitral valve repair using polytetrafluoroethylene neochordae: short-term outcomes. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62:91-95
7. Cosgrove DM, Stewart WJ. Mitral valvuloplasty. *Curr Probl Cardiol* 1989;14 :359-415
8. Maurice Enriquez Sarano, William K. Freeman, Christophe M. Tribouilloy, Thomas A. Orszulak, Bijoy K. Khandheria, James B. Seward, Kent R. Bailey, A.Jamil Tajik. Functional Anatomy of Mitral Regurgitation: Accuracy and outcome implications of transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:1129-1136

REPARACIÓN VALVULAR MITRAL

Consideraciones acerca de la cirugía de la IM

9. Enriquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, Detaint D, Capps M, Nkomo V, Scott C, Schaff HV, Tajik AJ. Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2005; 352:875-883.
10. Ling LH, Enriquez-Sarano M, Seward JB, Orszulak TA, Schaff HV, Bailey KR, Tajik AJ, Frye RL.. Early surgery in patients with mitral regurgitation due to flail leaflets. A long-term outcome study. *Circulation* 1997; 96:1819-1825.
11. Enriquez-Sarano M, Orszulak TA, Schaff HV, Abel MD, A. Tajik J, Frye RL. Mitral regurgitation: a new clinical perspective. *Mayo Clin Proc* 1997;72:1034-1043.
12. Lung B, Gohlke-Bärwolf C, Tornos P, Tribouilloy C, Hall R, Butchart E, Vahanian A; Recommendations on the management of the asymptomatic patient with valvular heart disease. *Eur Heart J* 2002;23:1253-1266
13. Otto, CM, Salerno, CT. Timing of surgery in asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2005; 352:928-929. ACC/AHA 2006 guidelines 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 (writing committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease). *Circulation* 2006;114:84-231
14. Bonow RO, Carabello B, de Leon AC Jr, Edmunds LH Jr, Fedderly BJ, Freed MD et al. ACC/AHA guidelines 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 (Committee on management of patients with valvular heart disease). *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1486-588.
15. Azpitarte J, Alonso A, García Gallego F, González Santos JM, Paré C, Tello A. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en valvulopatías. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:1209-1278.
16. Eguchi K, Ohtaki E, Matsumura T, Tanaka K, Tohbaru T, Iguchi N, Misu K, Asano R, Nagayama M, Sumiyoshi T, Kasegawa H, Hosoda S. Pre-

operative atrial fibrillation as the key determinant of outcome of mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation. *Eur Heart J* 2005; 26:1866-1872.

17. Lim E, Barlow CW, Hosseinpour AR, Wisbey C, Wilson K, Pidgeon W, Charman S, Barlow JB, Wells FC.. Influence of atrial fibrillation on outcome following mitral valve repair. *Circulation* 2001; 104:159-163.

18. Rosenhek R, Rader F, Klaar U, Gabriel H, Krejc M, Kalbeck D, Schemper M, Maurer G, Baumgartner H. Outcome of watchful waiting in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2006; 113:2238-2244.

19. David TE, Ivanov J, Armstrong S, Rakonowski H.. Late outcomes of mitral repair for floppy valves. Implications for asymptomatic patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:1143-1152.

20. Sousa Uva M, Dreyfus G, Rescigno G, al Aile N, Mascagni R, La Marra M, Pouillart F, Pargaonkar S, Palsky E, Raffoul R, Scorsin M, Noera G, Lessana A. Surgical treatment of asymptomatic and mildly symptomatic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:1240-1248

21. Kang DH; Kim JH; Rim JH; Kim MJ; Yun SC; Song JM; Song H; Choi KJ; Song JK; Lee JW. Comparison of early surgery versus conventional treatment in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2009;119:797-804

Antecedentes

22. Ross M. Reul and Lawrence H. Cohn. Mitral valve reconstruction for Mitral Insufficiency. *Progress in Cardiovascular Diseases* 1997; 6: 567-599

23. Brunton L. Preliminary note on the possibility of treating mitral valve stenosis by surgical methods. *Lancet* 1902;1: 352

24. Allen DS, Graham EA. Intracardiac surgery-A new method. *JAMA* 1922; 79:1028-1030

25. Cutler EC, Levine SA. Cardiotomy and valvotomy for mitral stenosis. Experimental observations and clinical notes concerning an operated case with recovery. *Boston Med Surg J.* 1923;188:1023-1027

26. Lillehei CW, Gott VI, De Wall RA. Surgical correction for pure mitral insufficiency by annuloplasty under direct vision. *J Lancet* 1957;77:446-449.

Condiciones para la reparabilidad: anatomía de la válvula mitral y causa de la regurgitación

27. Hellemans IM, Pieper EG, Ravelli AC, Hamer JP, Jaarsma W, Cheriex E, Peels CH, Bakker PF, Tijssen JG, Visser CA. Prediction of surgical strategy in mitral valve regurgitation based on echocardiography. Interuniversity Cardiology Institute of The Netherlands. *Am J Cardiol* 1997; 79:334-338.

Evolución a largo plazo

28. Gillinov AM, Cosgrove DM, Blackstone EH, Diaz R, Arnold JH, Lytle BW, Smedira NG, Sabik JF, McCarthy PM, Loop FD. Durability of mitral valve repair for degenerative disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116:734-743.

29. Flameng, W, Herijgers, P, Bogaerts, K. Recurrence of mitral valve regurgitation after mitral valve repair in degenerative valve disease. *Circulation* 2003; 107:1609-1613.

30. Fernandez J, Joyce DH, Hirschfeld K, Chen C, Laub GW, Adkins MS, Anderson WA, Mackenzie JW, McGrath LB. Factors affecting mitral valve reoperation in 317 survivors after mitral valve reconstruction. *Ann Thorac Surg.* 1992 ;54:440-447

31. David TE; Ivanov J; Armstrong S; Christie D; Rakowski H. A comparison of outcomes of mitral valve repair for degenerative disease with posterior, anterior, and bileaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130:1242-1249

32. F. Carreras, A. Sualís, R. Leta, J.M.Alegret, X. Borrás y G. Pons Lladó. Utilidad de la ecocardiografía en la selección, control intraoperatorio y seguimiento de los pacientes con insuficiencia mitral candidatos a cirugía reconstructiva valvular. *Rev Esp Cardiol* 1997;50 (Supl 5): 8-14

33. Bernal JM, Rabasa JM, Olalla JJ, Carrión MF, Alonso A, Revuelta JM. Repair of chordae tendineae for rheumatic mitral valve disease. A twenty-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996; 111:211-217

34. Lim E, Ali ZA, Barlow CW, Hosseinpour AR, Wisbey C, Charman SC, Wells FC, Barlow JB. Determinants and assessment of regurgitation after mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124:911-917.

Reemplazo valvular

35. Cohn LH, Couper GS, Aranki SF, Kinchla NM, Collins JJ Jr. The long-term follow-up of the Hancock Modified Orifice porcine bioprosthetic valve. *J Card Surg.* 1991;6(4 Suppl):557-561.

36. Lee EM, Shapiro, LM, Wells, FC. Superiority of mitral valve repair in surgery for degenerative mitral regurgitation. *Eur Heart J* 1997; 18:655-663.

37. Rozich JD, Carabello BA, Usher BW, Kratz JM, Bell AE, Zile MR Mitral valve replacement with and without chordal preservation in patients with chronic mitral regurgitation. *Circulation* 1992; 86:1718-1726.

Reparación valvular frente a reemplazo

38. Krayenbuehl, HP. Surgery for mitral regurgitation: Repair versus valve replacement. *Eur Heart J* 1986; 7:638-643.

39. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR, Frye RL. Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation. *Circulation* 1995; 91:1022-1028.

40. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Tajik AJ, Frye RL. Impact of preoperative symptoms on survival after surgical correction of organic mitral regurgitation: Rationale for optimizing surgical indications. *Circulation* 1999; 99:400-405.

41. Galloway AC, Colvin SB, Baumann FG, Harty S, Spencer FC. Current concepts of mitral valve reconstruction for mitral insufficiency. *Circulation* 1988; 78:1087-1095.

42. Lee, EM, Shapiro, LM, Wells, FC. Superiority of mitral valve repair in surgery for degenerative mitral regurgitation. *Eur Heart J* 1997; 18:655-663.

43. Mohty D, Orszulak TA, Schaff HV, Avierinos JF, Tajik JA, Enriquez-Sarano M. Very long-term survival and durability of mitral valve repair for

mitral valve prolapse. *Circulation* 2001; 104:11-17.

44. Thourani VH, Weintraub WS, Guyton RA, Jones EL, Williams WH, Elkabbani S, Craver JM. Outcomes and long-term survival for patients undergoing mitral valve repair versus replacement: effect of age and concomitant coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2003; 108:298-304.

45. Moss RR, Humphries KH, Gao M, Thompson CR, Abel JG, Fradet G, Munt BI. Outcome of mitral valve repair or replacement: a comparison by propensity score analysis. *Circulation* 2003; 108 Suppl 1:II90-II97.

46. Suri RM; Schaff HV; Dearani JA; Sundt TM 3rd; Daly RC; Mullany CJ; Enriquez-Sarano M; Orszulak TA. Survival advantage and improved durability of mitral repair for leaflet prolapse subsets in the current era. *Ann Thorac Surg.* 2006;82:819-826.

47. Grossi EA, Galloway AC, Miller JS, Ribakove GH, Culliford AT, Esposito R, Delianides J, Bутtenheim PM, Baumann FG, Spencer FC, Colvin SB. Valve repair versus replacement for mitral insufficiency: when is a mechanical valve still indicated?. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;115:389-394

48. Barlow CW, Imber CJ, Sharples LD, Heriot AG, Wells FC, Large SR. Cost implications of mitral valve replacement versus repair in mitral regurgitation.. *Circulation.* 1997 Nov 4;96(9 Suppl):II-90-3;

49. Alvarez JM, Deal CW, Loveridge K, Brennan P, Eisenberg R, Ward M, Bhattacharya K, Atkinson SJ, Choong C. Repairing the degenerative mitral valve: ten- to fifteen-year follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996 ;112:238-247.

50. Tischler MD, Cooper KA, Rowen M, LeWinter. Mitral valve replacement versus mitral valve repair. A Doppler and quantitative stress echocardiographic study. *MM. Circulation.* 1994;89:132-137.

51. Lee EM, Shapiro LM, Wells FC Importance of subvalvular preservation and early operation in mitral valve surgery.. *Circulation.* 1996;94:2117-2123.

Reparación frente a reemplazo mitral asociada a reemplazo valvular aórtico

52. Gillinov AM, Blackstone EH, Cosgrove DM 3rd, White J, Kerr P, Marullo A, McCarthy PM, Lytle BW. Mitral valve repair with aortic valve replacement

is superior to double valve replacement. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003 ;125:1372-1387.

53. Szentpetery S, Rich JB, Azar H, Newton JR; Tenzer MM. Mitral valve repair combined with aortic valve replacement. J Heart Valve Dis. 1997;6:32-36

54. Mueller XM, Tevæearai HT, Stumpe F, Fischer AP, Hurni M, Ruchat P. Long term result of mitral-aortic valve operations. J Thorac Cardiovasc Surg. 1998; 115: 1298-1309

Evaluación ecocardiográfica preoperatoria de la válvula mitral.

55. Freeman WK, Schaff HV, Khandheria BK, Oh JK, Orszulak TA, Abel MD, Seward JB, Tajik AJ. Intraoperative evaluation of mitral valve regurgitation and repair by transesophageal echocardiography: incidence and significance of systolic anterior motion. J Am Coll Cardiol 1992; 20:599-609.

56. Maurer G, Siegel, RJ, Czer, LS. The use of color flow mapping for intraoperative assessment of valve repair. Circulation 1991; 84:1250-1258.

57. Saiki Y, Kasegawa H, Kawase M, Osada H, Ootaki E. Intraoperative TEE during mitral valve repair: Does it predict early and late postoperative mitral valve dysfunction? Ann Thorac Surg 1998; 66:1277-1281.

58. Catherine Otto. The practice of Clinical Echocardiography 2002. Saunders company. ISBN 0-7216-9204-4.

59. Role of echocardiography in mitral reconstructive surgery. Alan Fraser SJM. Echocardiography in Adult Cardiac Surgery. © 1999 by Isis Medical Media Ltd. Oxford OX1 1ST, UK.

60. Fraser, A.G., McAlpine HM, Chow L et al. Abnormal apposition as the cause of mitral regurgitation in patients with intact leaflet coaptation. Circulation 1990, 82, III-241 (abstract)

61. Izumi S, Miyatake K, Beppu S, Park YD, Nagata S, Kinoshita N, Sakakibara H, Nimura Y. Mechanism of mitral regurgitation in patients with myocardial infarction: A study using real time two-dimensional Dopple flow imaging and echocardiography. Circulation 1987; 76:777-785

62. Foster GP, Isselbacher EM, Rose GA, Torchiana DF, Akins CW, Picard MH. Accurate localization of mitral regurgitant defects using multiplane transesophageal echocardiography. Ann Torac Surg 1998; 65: 1025-1031

63. Agricola E, Oppizzi M, De Bonis M, Maisano F, Toracca L, Bove T, Alfieri O; American Society of Echocardiography. Multiplane transesophageal echocardiography performed according to the guidelines of the American Society of Echocardiography in patients with mitral valve prolapse, flail, and endocarditis: diagnostic accuracy in the identification of mitral regurgitant defects by correlation with surgical findings. *J Am Soc Echocardiogr.* 2003; 16:61-66.

64. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, Stewart WJ, Weiss RL, Mark JB, Savage RM, Sears-Rogan P, Mathew JP, Quiñones MA, Cahalan MK, Savino JS. 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 Anesthesiologists Task Force for Certification in Perioperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg.* 1999; 89:870-884

ECOCARDIOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

65. Jiefen Yao y Natesa G Pandian. Vision tridimensional. *Cardiología* 2000. Sección 13. 838-850.

66. Sapin PM, Schröder KM, Gopal AS, Smith MD, DeMaria AN, King DL. Three dimensional ecocardiography of left ventricular volume in vitro: Comparison with two dimensional echocardiography and cineventriculography. *J Am Coll Cardiol* 1993, 22: 1530-1537.

67. Gutierrez-Chico JL, Zamorano JL, Perez de Isla L, Orejas M, Almería C, Rodrigo JL, Ferreiros J, Serra V, Macaya C. Comparison of left ventricular volumen and ejection fractions measured by three-dimensional echocardiography versus two-dimensional echocardiography and cardiac magnetic resonance in patients with various cardiomyopathies. *Am J Cardiol.* 2005; 95:809-813.

68. Jenkins C, Bricknell K, Hanekom L, Marwick TH. Reproducibility and accuracy of Echocardiographic measurements of left ventricular parameters using real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 44:878-886

69. Kuhl HP, Schreckenber M, Rulands D, Katoh M, Schafer W, Schummers O, Hanrath P, Franke A. High-resolution transthoracic real-time three-dimensional Echocardiographic quantitation of cardiac volumes and function using semi-automatic border detection and comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43:2083-2090

70. Sugeng L, Mor-Avi V, Weinert L, Niel J, Ebner C, Steringer-Mascherbauer R, Schmidt F, Galuschky C, Schummers G, Lang RM, Nesser HJ. Quantitative assessment of left ventricular size and function: side-by-side comparison of real-time three-dimensional echocardiography and computed tomography with magnetic resonance reference. *Circulation*. 2006;114:654-661
71. Salustri A, Spitaels S, McGhie J, Vletter W, Roelandt JR. Transthoracic three dimensional echocardiography in adult patients with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 759-767.
72. M Vogel, S Losch. Dynamic three dimensional echocardiography with a computed tomography imaging probe. Initial clinical experience with transthoracic application in infants and children with congenital heart defects. *Br Heart J* 1994; 71: 462-467
73. Acar P, Dulac Y, Taktak A, Villaceque M. Real time 3D echocardiography in congenital heart disease. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2004; 97:472-478
74. De Castro S, Caselli S, Papetti F, Ventriglia F, Giardina A, Cavarretta E, Di Angelantonio E, Marcantonio A, Igual Perez FD, Pandian NG, Marino B, Fedele F. Feasibility and clinical impact of live three-dimensional echocardiography in the management of congenital heart disease. *Echocardiography*.2006;23:553-561.
75. Marx GR, Fulton DR, Pandian NG, Vogel M, Cao QL, Ludomirsky A, Delabays A, Sugeng L, Klas B. Delineation of site , relative, size, and dynamic geometry of atrial septal defects by real-time three dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1995;25: 482-490.
76. Cheng TO, Xie MX, Wang XF, Wang Y, Lu Q. Real-time three-dimensional echocardiography in assessing atrial and ventricular septal defects: an Echocardiographic-surgical correlative study. *Am Heart J*. 2004; 148: 1091-1095
77. Mehmood F, Vengala S, Nanda NC, Dol HS, Sinha A, Miller AP, Khanna D, Misra VK, Lloyd SG, Upendram S, Bodiwala K, McMahon WS, Kasliwal RR, Chouhan N, Govinder M, Pacifico AD, Kirklin JK, McGiffin DC. Usefulness of live three-dimensional transthoracic echocardiography in the characterization of atrial septal defects in adults. *Echocardiography* 2004; 21:707-713
78. Chen FL, Hsiung MC, Nanda N, Hsieh KS, Chou MC. Real time three-dimensional echocardiography in assessing ventricular septal defects: an

echocardiographic-surgical correlative study. *Echocardiography*. 2006; 23:562-8.

79. Kasprzak JD, Nosir YF, Dall'Agata A, Elhendy A, Taams M, Ten Cate FJ, Roelandt JR. Quantification of the aortic valve area in 3D echo. Data sets: analysis of orifice overestimation resulting from suboptimal cut plane selection. *Am H J* 1998; 135: 996-1003.

80. Abraham TP, Warner JG Jr, Kon ND, Lantz PE, Fowle KM, Brooker RF, Ge S, Nomeir AM, Kitzman DW. Feasibility, Accuracy and incremental Value of intraoperative three dimensional transesophageal echocardiography en valve surgery. *Am J Cardiol* 1997;80:1577-1582.

Ecocardiografía tridimensional en la valoración morfológica de la válvula mitral

Introducción

81. Salustri A, Becker AE, van Herwerden L, Vletter WB, Ten Cate FJ, Roelandt JR. Three-dimensional echocardiography of normal and pathologic mitral valve: A comparison with two dimensional transesophageal echocardiography. *J Am Col Cardiol* 1996; 27: 1502-1510.

82. De Simone R, Glombitza G, Vahl CF, Meinzer HP, Hagl S. Three dimensional color Doppler flow reconstruction and its clinical applications. *Echocardiography* 2000; 17: 765-771

Valoración valvular mitral previa a cirugía reparadora

83. Monin JL, Dehant P, Roiron C, Monchi M, Tabet JY, Clerc P, Fernandez G, Houel R, Garot J, Chauvel C, Gueret P. Functional assessment of mitral regurgitation by transthoracic echocardiography using standardized imaging planes diagnostic accuracy and outcome implications. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46:302-309

84. Theodore P. Abraham, James G Warner Jr, Neal D Kon, Patrick E Lantz, Daren M Fowle, Robert F Brooker, Shuping Ge, Abdel M Nomeir, Dalane W Kitzman. . Feasibility, Accuracy, and incremental value of intraoperative three-dimensional transesophageal echocardiography in valve surgery. *Am J Cardiol* 1997; 80: 1577-1582.

85. Grewal J, Mankad S, Freeman WK, Click RL, Suri RM, Abel MD, Oh JK, Pellikka PA, Nesbitt GC, Syed I, Mulvagh SL, Miller FA. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009 ;22 :34-41

Anatomía funcional tridimensional valvular mitral

86. Valocik Gabriel, Otto Kamp, Cees A. Visser. Three-dimensional echocardiography in mitral valve disease. *European Journal of Echocardiography* 2005; 6:443-454

87. Levine R.A., Handschumacher M.D., Sanfilippo A.J., Hagege A.A., Harrigan P., Marshall J.E., et al. Three-dimensional echocardiographic reconstruction of the mitral valve, with implications for the diagnosis of mitral valve prolapse. *Circulation* 1989; 80: 589–598.

88. Flachskampf F.A., Chandra S., Gaddipatti A., Levine R.A., Weyman A.E., Ameling W., et al. Analysis of shape and motion of the mitral annulus in subjects with and without cardiomyopathy by echocardiographic 3-dimensional reconstruction. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13:277–287.

89. Kaplan S.R., Bashein G., Sheehan F.H., Legget M.E., Munt B., Li X.N., et al. Three-dimensional echocardiographic assessment of annular shape changes in the normal and regurgitant mitral valve. *Am Heart J* 2000; 139:378–387.

90. Salgo I.S., Gorman J.H., Gorman R.C., Jackson B.M., Bowen F.W., Plappert R.C., et al. Effect of annular shape on leaflet curvature in reducing mitral leaflet stress. *Circulation* 2002; 106:711–717.

Geometría tridimensional del anillo en la insuficiencia mitral.

91. Grewal J, Suri R, Mankad S, Tanaka A, Mahoney DW, Schaff HV, Miller FA, Enriquez-Sarano M. Mitral annular dynamics in myxomatous valve disease: new insights with real-time 3-dimensional echocardiography. *Circulation*. 2010;121:1423-1431.

92. Yamaura Y, Yoshida K, Hozumi T, Akasaka T, Okada Y, Yoshikawa J. Three-dimensional echocardiographic evaluation of configuration and dynamics of the mitral annulus in patients fitted with an annuloplasty ring. *J Heart Valve Dis*. 1997;6:43-47.

93. Yasuko Yamaura., Kiyoshi Yoshida, Takeshi Hozumi, Takashi Akasaka, Shigefumi Morioka, Junichi Yoshikawa. Evaluation of the mitral annulus by extracted three-dimensional images in patients with an annuloplasty ring. *Am J Cardiol* 1998; 534-536

94. Timek TA, Dagum P, Lai DT, Liang D, Daughters GT, Tibayan F, Ingels NB Jr, Miller DC. Tachycardia-induced cardiomyopathy in the ovine heart: mitral annular dynamic three-dimensional geometry. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;125:315-24

95. Rashid M. Ahmad, A. Marc Gillinov, Patrick M. McCarthy, Eugene H. Blackstone, Carolyn Apperson-Hansen MS, Jian Xin Qin, Deborah Agler, Takahiro Shiota, Delos M. Cosgrove. Annular Geometry and Motion in Human Ischemic Mitral Regurgitation: Novel Assessment With Three-Dimensional Echocardiography and Computer Reconstruction *Ann Thorac Surg.* 2004;78:2063-2068.

96. Suri RM, Grewal J, Mankad S, Enriquez-Sarano M, Miller FA Jr, Schaff HV. Is the anterior intertrigonal distance increased in patients with mitral regurgitation due to leaflet prolapse?. *Ann Thorac Surg.* 2009;88:1202-1208.

97. Ender J, Koncar-Zeh J, Mukherjee C, Jacobs S, Borger MA, Viola C, Gessat M, Fassl J, Mohr FW, Falk V. Value of augmented reality-enhanced transesophageal echocardiography (TEE) for determining optimal annuloplasty ring size during mitral valve repair. *Ann Thorac Surg.* 2008; 86:1473-8.

98. Mahmood F, Subramaniam B, Gorman JH 3rd, Levine RM, Gorman RC, Maslow A, Panzica PJ, Hagberg RM, Karthik S, Khabbaz KR Three-dimensional echocardiographic assessment of changes in mitral valve geometry after valve repair. *Ann Thorac Surg.* 2009; 88:1838-1844

Correlación de la ecocardiografía tridimensional con los hallazgos anatómicos

99. Chauvel C, Bogino E, Clerc P, Fernandez G, Vernhet JC, Becat A, Dehant P. Usefulness of three-dimensional echocardiography for the evaluation of mitral valve prolapse: an intraoperative study. *J Heart Valve Dis* 2000; 9: 341-349.

100. Robert A Levine, Mark D. Handschumacher, Anthony J Sanfilippo, Albert A. Hagege, Pamela Harrigan, Jane E. Marshall, Arthur E Weyman . Three dimensional reconstruction of the mitral valve with implication for the diagnosis of mitral valve prolapse. *Circulation* 1989; 80: 589-598.

101. De Castro S, Salandin V, Cartoni D, Valfre C, Salvador L, Magni G, Adorisio R, Papetti F, Beni S, Fedele F, Pandian NG. Qualitative and quantitative evaluation of mitral valve morphology by intraoperative volume-

rendered three-dimensional echocardiography. J Heart Valve Dis 2002; 11:173-180

102. Chauvel C, Dehant P. Usefulness of intraoperative echocardiography for the management of mitral regurgitation. Ann Cardiol Angeiol 2003; 52: 108-116

103. Ahmed S, Nanda NC, Miller AP, Nekkanti R, Yousif AM, Pacifico AD, Kirklin JK, Mc Giffin DC. Usefulness of transesophageal three dimensional echocardiography in the identification of individual segment/scallop prolapse of the mitral valve. Echocardiography. 2003; 20: 203-209

104. Delabays A, Jeanrenaud X, Chassot PG, Von Segesser LK, Kappenberger L. Localization and quantification of mitral valve prolapse using three-dimensional echocardiography. Eur J Echocardiogr. 2004; 5: 422-429

105. Macnab A, Jenkins NP, Ewington I, Bridgewater BJ, Hooper TL, Greenhalgh DL, Patrick MR, Ray SG. A method for the morphological analysis of the regurgitant mitral valve using three dimensional echocardiography. Heart. 2004; 90:771-6

106. Mahmood F, Karthik S, Subramaniam B, Panzica PJ, Mitchell J, Lerner AB, Jervis K, Maslow AD. Intraoperative application of geometric three-dimensional mitral valve assessment package: a feasibility study. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2008; 22:292-298.

Estudios comparativos eco 2d y 3d en la insuficiencia mitral

107. Anita Macnab, Nicholas P Jenkins, Benjamin J.M Bridgewater, Timothy L Hooper, Donna L Greenhalgh, Mark R Patrick and Simon G Ray. Three-dimensional echocardiography is superior to multiplane transoesophageal echo in the assessment of regurgitant mitral valve morphology. European Journal of Echocardiography 2004; 5:212-222

108. Alexander M Fabricius, Thomas Walther, Volkmar Falk and Friedrich W Mohr Three-dimensional echocardiography for planning of mitral valve surgery: Current applicability? . The Annals of Thoracic Surgery 2004; 78: 575-578

109. Pepi M, Tamborini G, Maltagliati A, Galli CA, Sisillo E, Salvi L, Naliato M, Porqueddu M, Parolari A, Zanobini M, Alamanni F. Head-to-head comparison of two- and three-dimensional transthoracic and transesophageal echocardiography in the localization of mitral valve prolapse. J Am Coll Cardiol. 2006;48: 2524-2530.

110. Müller S, Müller L, Laufer G, Alber H, Dichtl W, Frick M, Pachinger O, Bartel T. Comparison of three-dimensional imaging to transesophageal echocardiography for preoperative evaluation in mitral valve prolapse. *Am J Cardiol* 2006; 98: 243-248.

Ecocardiografía 3D en tiempo real

111. Sugeng L, Coon P, Weinert L, Jolly N, Lammertin G, Bednarz JE, Thiele K, Lang RM. Use of real-time 3-dimensional transthoracic echocardiography in the evaluation of mitral valve disease. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006; 19:413-421.

112. Patel V, Hsiung MC, Nanda NC, Miller AP, Fang L, Yelamanchili P, Mehmood F, Gupta M, Duncan K, Singh A, Rajdev S, Fan P, Naftel DC, McGiffin DC, Pacifico AD, Kirklin JK, Lin CC, Yin WH, Young MS, Chang CY, Wei J. Usefulness of live/real time three-dimensional transthoracic echocardiography in the identification of individual segment/scallop prolapse of the mitral valve. *Echocardiography.* 2006; 23:513-518

113. Sharma R, Mann J, Drummond L, Livesey SA, Simpson IA. The evaluation of real-time 3-dimensional transthoracic echocardiography for the preoperative functional assessment of patients with mitral valve prolapse: a comparison with 2-dimensional transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2007; 20: 934-940.

114. Eustachio Agricola, Michele Oppizzi, Matteo Pisani, Francesco Maisano, Alberto Margonato. Accuracy of real-time 3D echocardiography in the evaluation of functional anatomy of mitral regurgitation. *International Journal of Cardiology* 2008; 127: 342-349

115. Hirata K, Pulerwitz T, Sciacca R, Otsuka R, Oe Y, Fujikura K, Oe H, Hozumi T, Yoshiyama M, Yoshikawa J, Di Tullio M, Homma S. Clinical utility of new real time three-dimensional transthoracic echocardiography in assessment of mitral valve prolapse. *Echocardiography* 2008; 25:482-488.

116. Gutiérrez-Chico JL, Zamorano Gómez JL, Rodrigo-López JL, Mataix L, Pérez de Isla L, Almería-Valera C, Aubele A, Macaya-Miguel C. Accuracy of real-time 3-dimensional echocardiography in the assessment of mitral prolapse. Is transesophageal echocardiography still mandatory? *Am Heart J* 2008; 155:694-698.

117. Beraud AS, Schnittger I, Miller DC, Liang DH. Multiplanar reconstruction of three-dimensional transthoracic echocardiography improves the presurgical assessment of mitral prolapse. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22:907-913.

118. Tamborini G, Muratori M, Maltagliati A, Galli CA, Naliato M, Zanobini M, Alamanni F, Salvi L, Sisillo E, Fiorentini C, Pepi M. Pre-operative transthoracic real-time three-dimensional echocardiography in patients undergoing mitral valve repair: accuracy in cases with simple vs. complex prolapse lesions. *Eur J Echocardiogr.* 2010 May 20 (in press).

119. Hoole SP, Liew TV, Boyd J, Wells FC, Rusk RA. Transthoracic real-time three-dimensional echocardiography offers additional value in the assessment of mitral valve morphology and area following mitral valve repair. *Eur J Echocardiogr.* 2008;9:625-630

120. Fukuda S, Gillinov AM, Liddicoat JR, Saracino G, Hayase M, Cohn WE, Schneider CW, Shiota T. Maintenance of geometric alterations associated with percutaneous mitral valve repair: real-time three-dimensional echocardiographic assessment in an ovine model. *J Heart Valve Dis.* 2008;17:276-282.

121. Armen TA, Vandse R, Crestanello JA, Raman SV, Bickle KM, Nathan NS.

Mechanisms of valve competency after mitral valve annuloplasty for ischaemic mitral regurgitation using the Geoform ring: insights from three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2009; 10:74-81

Ecocardiografía 3D en tiempo real transesofágica

122. Sugeng L, Shernan SK, Weinert L, Shook D, Raman J, Jeevanandam V, Dupont F, Fox J, Mor-Avi V, Lang RM. Real-Time 3D Transesophageal Echocardiography in Valve Disease: Comparison With Surgical Findings and Evaluation of Prosthetic Valves. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21:1347-1354

123. Wei J, Hsiung MC, Tsai SK, Ou CH, Chang CY, Chang YC, Lee KC, Sue SH, Chou YP. The routine use of live three-dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve surgery: clinical experience. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11:14-18

Ecocardiografía tridimensional en la insuficiencia mitral secundaria

124. Yutaka Otsuji, Handschumacher MD, Schwammenthal E, Jiang L, Song JK, Guerrero JL, Vlahakes GJ, Levine RA. Insights from three dimensional echocardiography into the mechanism of functional mitral regurgitation. *Circulation* 1997; 96: 1999-2008.

125. Yutaka Otsuji, Mark D Handschumacher, Noah Liel-Cohen, Hiroaki Tanabe, Leng Jiang, Ehud Schwammenthal, J Luis Guerrero, Lori A. Nicholls, Gus J. Vlahakes, Robert A Levine. Mechanism of ischemic mitral regurgitation with segmental left ventricular dysfunction: three dimensional echocardiographic studies in models of acute and chronic progressive regurgitation. *JACC* 2001; 37: 641-648.

126. Emmanuel Messas, J. Luis Guerrero, Mark D Handschumacher, Chi-Ming Chow, Suzanne Sullivan, Ehud Schwammenthal, Robert A. Levine RA. Paradoxical decrease in ischemic mitral regurgitation with papillary muscle dysfunction. *Circulacion* 2001; 104: 1952-1967.

127. Liel-Cohen N, Guerrero JL; Otsuji Y, Handschumacher MD, Rudski LG, Hunziker PR, Tanabe H, Scherrer-Crosbie M, Sullivan S, Levine Ra. Design of a new surgical approach for ventricular remodelling to relieve ischemic mitral regurgitation: insights from 3-dimensional echocardiography. *Circulation* 2000 ; 101: 2756-2763

128. Hung J, Guerrero JL, Handschumacher MD; Supple G, Sullivan S, Levine RA. Reverse ventricular remodelling reduces ischemic mitral regurgitation: echo-guided device application in the beating heart. *Circulation* 2002; 106: 2594-2600

129. Messas E, Pouzet B, Touchot B, Guerrero JL, Vlahakes GJ, Desnos M, Menasche P, Hagege A, Levine RA. Efficacy of chordal cutting to relieve chronic persistent ischemic mitral regurgitation. *Circulacion* 2003; 108 Suppl 1: II 111-115.

130. Sai-Sudhakar CB, Vandse R, Armen TA, Bickle KM, Nathan NS. Efficacy of chordal cutting in alleviating ischemic mitral regurgitation: insights from 3-dimensional echocardiography. *J Cardiothorac Surg.* 2007; 2:39

131. Shinji Masuyama, Akira Marui, Takeshi Shimamoto, Michihito Nonaka, Miwako Tsukiji, Nozomi Watanabe, Tadashi Ikeda, Kiyoshi Yoshida, Masashi Komeda. Chordal translocation for ischemic mitral regurgitation may ameliorate tethering of the posterior and anterior mitral leaflets. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2008; 136: 868-875

132. Judy Hung, Jorge Solis, J Luis Guerrero, Gavin JC Braithwaite, Orhun K Muratoglu, Miguel chaput, Leticia Fernandez-Friera, Mark D. Handschumacher, Van J. Wedeen, Stuart Houser, Gus J. Vlahakes and Robert A. Levine. A Novel approach for reducing ischemic mitral regurgitation by injection of a polymer to reverse remodel and reposition displaced papillary muscles. *Circulation* 2008;118: S263-S269.

133. Kwan j, Shiota T, Agler DA, Popovic ZB, Qin JX, Gillinov MA, Stewart WJ, Cosgrove DM, McCarthy PM, Thomas JD. Geometric differences of the mitral apparatus between ischemic and dilated cardiomyopathy with significant mitral regurgitation: real-time three-dimensional echocardiography study. *Circulation* 2003; 107: 1135-1140

134. Federico Veronesi, Cristiana Corsi, Lissa Sugeng, Enrico G. Caiani, Lynn Weinert, Victor Mor-Avi, Sergio Cerutti, Claudio Lamberti and Roberto M. Lang. Quantification of Mitral Apparatus Dynamics in Functional and Ischemic Mitral Regurgitation Using Real-time 3-Dimensional Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008; 2:347-354

135. Daimon M, Saracino G, Gillinov AM, Koyama Y, Fukuda S, Kwan J, Song JM, Kongsarepong V, Agler DA, Thomas JD, Shiota T. Local dysfunction and asymmetrical deformation of mitral annular geometry in ischemic mitral regurgitation: a novel computerized 3D echocardiographic analysis. *Echocardiography.* 2008; 25:414-423

136. Watanabe N, Ogasawara Y, Yamaura Y, Wada N, Kawamoto T, Toyota E, Akasaka T, Yoshida K. Mitral annulus flattens in ischemic mitral regurgitation: geometric differences between inferior and anterior myocardial infarction: a real-time 3-dimensional echocardiographic study. *Circulation.* 2005;112(9 Suppl):I458-462

137. Watanabe N, Ogasawara Y, Yamaura Y, Yamamoto K, Wada N, Kawamoto T, Toyota E, Akasaka T, Yoshida K. Geometric differences of the mitral valve tenting between anterior and inferior myocardial infarction with significant ischemic mitral regurgitation: quantitation by novel software system with transthoracic real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006; 19:71-75

138. Ryan LP, Jackson BM, Eperjesi TJ, Plappert TJ, St John-Sutton M, Gorman RC, Gorman JH 3rd. A methodology for assessing human mitral leaflet curvature using real-time 3-dimensional echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136:726-734

139. Jong-Min Song, MD^b, Shota Fukuda, MD^a, Takashi Kihara, MD^a, Mi-Seung Shin, MD^a, Mario J. Garcia, MD^a, James D. Thomas, MD^a, and Takahiro Shiota, MD^a,* Value of Mitral Valve Tenting Volume Determined by Real-Time Three-Dimensional Echocardiography in Patients With Functional Mitral Regurgitation. *Am J Cardiol* 2006;98:1088 –1093.

140. Tsukiji M, Watanabe N, Yamaura Y, Okahashi N, Obase K, Neishi Y, Toyota E, Kawamoto T, Okura H, Ogasawara Y, Yoshida K. Three-dimensional quantitation of mitral valve coaptation by a novel software system with transthoracic real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008; 21:43-46.

141. Chaput M, Handschumacher MD, Tournoux F, Hua L, Guerrero JL, Vlahakes GJ, Levine RA. Mitral leaflet adaptation to ventricular remodeling: occurrence and adequacy in patients with functional mitral regurgitation. *Circulation*. 2008; 118:845-852.

142. Sonne C, Sugeng L, Watanabe N, Weinert L, Saito K, Tsukiji M, Yoshida K, Takeuchi M, Mor-Avi V, Lang RM. Age and body surface area dependency of mitral valve and papillary apparatus parameters: assessment by real-time three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10:287-94

Valoración del flujo regurgitante mediante ecografía tridimensional

143. Delabays A, Sugeng L, Pandian NG, Hsu TL, Ho SJ, Chen CH, Marx G, Schwartz SL, Cao QL. Dynamic three-dimensional echocardiographic assessment of intracardiac blood flow jets. *Am J Cardiol*. 1995; 76:1053-1058

144. Cheng TO, Xie MX, Wang XF, Li ZA, Hu G. Evaluation of mitral valve prolapse by four-dimensional echocardiography. *Am Heart J*. 1997; 133:120-129

145. Yao J, Masani ND, Cao QL, Nikuta P, Pandian NG. Clinical application of transthoracic volume-rendered three-dimensional echocardiography in the assessment of mitral regurgitation. *Am J Cardiol*. 1998; 82:189-196

146. Sugeng L, Spencer KT, Mor-avi V, DeCara JM, Bednarz JE, Weinert L, Korcarz CE, Lammertin G, Balasia B, Jayakar D, Jeevanandam V, Lang RM. Dynamic three dimensional color flow Doppler: an improved technique for the assessment of mitral regurgitation. *Echocardiography* 2003; 20: 265-273

Cuantificación de flujos mediante eco 3D

Volumen regurgitante

147. Rusk RA, Li Xn, Mori Y, Irvine T, Jones M, Zetts AD, Kenny A, Sahn DJ. Direct quantification of transmitral flow volume with dynamic 3-dimensional digital color Doppler: a validation study in an animal model. *J Am Soc Echocardiogr.* 2002; 15: 55-62.

148. De Simone R, Glombitza G, Vahl CF, Albers J, Meinzer HP, Hagl S. Three-dimensional color Doppler: a clinical study in patients with mitral regurgitation.

J Am Coll Cardiol. 1999; 33:1646-1654.

149. Simone R, Glombitza G, Vahl CF, Albers J, Meinzer HP, Hagl S. Three-dimensional color Doppler for assessing mitral regurgitation during valvuloplasty. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999; 15:127-133.

150. Sugeng L, Weinert L, Lang RM. Real-time 3-dimensional color Doppler flow of mitral and tricuspid regurgitation: feasibility and initial quantitative comparison with 2-dimensional methods. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007; 20:1050-1057

151. Gabriel Latcu D, Paranon S, Bongard V, Bassil-Eter R, Grosjean-Guitton J, Dulac Y, Acar P. Quantification of mitral-valve regurgitation in a paediatric population by real-time three-dimensional echocardiography. *Arc Cardiovasc Dis* 2008;101:697-703

Flujo de Convergencia proximal

152. Guo Z, Boughner DR, Dietrich JM, Plugfelder PW, Durand LG, Loew M, Fenster A. Quantitative assessment of in vitro jets based on three dimensional color Doppler reconstruction. *Ultrasound Med Biol* 2001; 27: 235-243.

153. Sitges M, Jones M, Shiota T, Qin JX, Tsujino H, Bauer f, Kim YJ, Agler DA, Cardon LA, Zetts AD, Panza JA, Thomas JD. Real time three dimensional color doppler evaluation of the flow convergence zone for quantification of mitral regurgitation: validation experimental animal study an initial clinical experience. *J Am Soc Echocardiogr.* 2003; 16: 38-45

154. Shiota T, Sinclair B, Ishii M, Zhou X, Ge S, Teien DE, Gharib M, Sahn DJ. Three-dimensional reconstruction of color Doppler flow convergence regions and regurgitant jets: an in vitro quantitative study. *J Am Coll Cardiol.* 1996; 27:1511-1518

155. Li X, Shiota T, Delabays A, Teien D, Zhou X, Sinclair B, Pandian NG, Sahn DJ. Flow convergence flow rates from 3 dimensional reconstruction of color Doppler flow maps for computing transvalvular regurgitant flows without geometric assumptions: An in vitro quantitative flow study. J Am Soc Echocardiogr. 1999; 12: 1035-1044

156. Little SH, Igo SR, Pirat B, McCulloch M, Hartley CJ, Nosé Y, Zoghbi WA.

In vitro validation of real-time three-dimensional color Doppler echocardiography for direct measurement of proximal isovelocity surface area in mitral regurgitation. Am J Cardiol. 2007; 100:1495-1946.

157. Yosefy C, Levine RA, Solis J, Vaturi M, Handschumacher MD, Hung J. Proximal flow convergence region as assessed by real-time 3-dimensional echocardiography: challenging the hemispheric assumption. J Am Soc Echocardiogr. 2007; 20:389-396.

158. Matsumura Y, Fukuda S, Tran H, Greenberg NL, Agler DA, Wada N, Toyono M, Thomas JD, Shiota T. 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; 155:231-238

159. Yoshiki Matsumura, Giuseppe Saracino, Kenichi Sugioka, Hung Tran, Neil L. Greenberg, Nozomi Wada, Manatomo Toyono, Shota Fukuda, Takeshi Hozumi, James Thomas, Junichi Yoshikawa, Minoru Yoshiyama, Takashiro Shiota. J Am Soc Echocardiogr 2008;21:1251-1256

160. Song JM, Kim MJ, Kim YJ, Kang SH, Kim JJ, Kang DH, Song JK. 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; 94:590-596.

Orificio regurgitante

161. Breburda CS, Griffin BP, Pu M, Rodriguez L, Cosgrove DM 3rd, Thomas JD. Three dimensional echocardiographic planimetry of maximal regurgitant orifice area in myxomatous mitral regurgitation: intraoperative comparison with proximal flow convergence. J Am Coll Cardiol 1998; 32: 432-437

162. Lange A, Palka P, Donnelly J, Burstow D. Quantification of mitral regurgitation orifice area by 3-dimensional echocardiography: comparison

with effective regurgitant orifice area by PISA method and proximal regurgitant jet diameter. *Int J Cardiol* 2003; 86: 87-98

163. Iwakura K, Ito H, Kawano S, Okamura A, Kurotobi T, Date M, Inoue K, Fujii K . 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; 97:1630-1637.

Vena Contracta

164. Khanna D, Vengala S, Miller AP, Nanda NC, Lloyd SG, Ahmed S, Sinha A, Mehmood F, Bodiwala K, Upendram S, Gownder M, Dod HS, Nunez A, Pacifico AD, McGiffin DC, Kirklin JK, Misra VK. Quantification of mitral regurgitation by live three-dimensional transthoracic echocardiographic measurements of vena contracta area. *Echocardiography*. 2004; 21:737-743.

165. 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; 21:912-921.

166. Yosefy C, Hung J, Chua S, Vaturi M, Ton-Nu TT, Handschumacher MD, Levine RA. Direct measurement of vena contracta area by real-time 3-dimensional echocardiography for assessing severity of mitral regurgitation. *Am J Cardiol*. 2009; 104:978-983.

167. Stephen H Little, Bahar Pirat, Rahul Kumar, Stephen R Igo, Marti McCulloch, Craig J Hartley, Jiaquiong Xu, William A. Zoghbi. Three-dimensional color Doppler echocardiography for direct measurement of vena contracta area in mitral regurgitation. *JACC imaging* 2008; 1:695-704

METODOLOGÍA

168. The criteria committee of the New York Heart Association: nomenclature and Criteria for diagnosis. 9th ed. Boston, Little, Brown 1994.

169. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R.. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16:9-13.

170. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation*. 1989 ;79(6 Pt 2):13-12.

171. Pearlman AS, Gardin JM, Martin RP, Parisi AF, Popp RL, Quinones MA, Stevenson JG. Guidelines for optimal physician training in echocardiography: recommendations of the American Society of Echocardiography Committee for Physician training in echocardiography. *Am J Cardiol* 1987;60:158-163.

DISCUSIÓN

172. Davis CP, Mc Kinnon GC, Debatin JF, Duewell S, Von Schulthess GK. Single shot versus interleaved echo-planar CMR imaging: Application to visualisation of cardiac valve leaflets. *J Cardiovasc Magn Reson*. 1995;5:107.

173. Christian S Breburda, Hiroya Kondo, Brian Griffin, Delos M Cosgrove III, James D Thomas, Intraoperative three dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve repair of mitral valve prolapse. *Journal of the American Society of Echocardiography* 1996 jun :308; 7B

174. García-Orta R, Moreno E, Vidal M, Ruiz-López F, Oyonarte JM, Lara J, Moreno T, García-Fernández MA, Azpitarte J. Three-dimensional versus two-dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve repair. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20:4-12.

175. Lambert A-S, Miller JP, Scot H. Merrick, Nelson B. Schiller, Elyse Foster, Isobel Muhiudeen-Russell, Michael K. Cahalan. Improved evaluation of the location and mechanism of mitral valve regurgitation with a systematic transesophageal echocardiography examination. *Anesth Analg* 1999; 88:1205-1212

176. Quin JX, Shiota T, Mc Carthy PM, Asher CR, Hail M, Agler DA, Popovic ZB, Green berg NL, Smedira NG, Starling RC, Young JB, Thomas JD. Importance of mitral valve repair associated with left ventricular reconstruction for patients with ischemic cardiomyopathy: a real time three-dimensional echocardiographic study. *Circulation* 2003 Sep 9; 108 Suppl 1: II241-6

177. T. Harada, E. Ohtaki, H. Dasegawa, T. Sumiyoshi, S. Hosoda. 4-Dimensional color Doppler echocardiography during mitral valve surgery. *J Cardiovasc Surg* 2002; 43:567-569

178. Gómez-Durán C. Estado actual de la cirugía mitral reconstructiva. *Rev Esp Cardiol* 2004;57:39-46.