

**DINÁMICA DEL ANILLO MITRAL EN PACIENTES CON
INSUFICIENCIA MITRAL ISQUÉMICA**
**Nuevas Proyecciones de la Ecocardiografía Transesofágica Tridimensional
en Tiempo Real.**

Claudia Patricia Jaimes Castellanos

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario
Facultad de Medicina
Departamento de Cardiología no Invasiva

Bogotá, Octubre 29 de 2012

Universidad del Rosario.

Facultad de Medicina.

Título: Dinámica del anillo mitral en pacientes con insuficiencia mitral isquémica. Nuevas Proyecciones de la Ecocardiografía Transesofágica Tridimensional en Tiempo Real.

Instituciones participantes:

- Fundación Clínica Shaio.

Tipo de investigación: Postgrado.

Investigador principal: Claudia Patricia Jaimes Castellanos.

Asesor Temático: Dr. Gabriel Salazar.

Asesor Metodológico: Dr. Rafael Tovar.

La Universidad Del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores de este trabajo, sólo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Agradecimientos

Al Dr. Gabriel Salazar por su asesoría y acompañamiento.

Al Departamento de Cardiología no Invasiva de la Fundación Clínica Shaio por facilitarme el espacio y el tiempo necesario para la selección y análisis de los estudios.

A Rafael Tovar por su colaboración en la elaboración del trabajo.

Tabla de Contenido

	Pág.
1. Resumen.	8
2. Introducción.	10
3. Planteamiento del problema.	12
4. Justificación.	13
5. Marco teórico.	14
5.1 Anatomía de la válvula mitral.	14
5.2 Insuficiencia mitral isquémica.	15
5.3 Estudio ecocardiográfico de la insuficiencia mitral isquémica.	18
5.4 Tratamiento de la insuficiencia mitral isquémica.	20
5.5 Terminología básica.	22
6. Objetivos.	24
6.1 Objetivo general.	24
6.2 Objetivos específicos.	24
7. Metodología.	25
7.1 Diseño del estudio.	25
7.2 Población diana.	25
7.2.1 Criterios de inclusión.	25
7.2.2 Criterios de exclusión.	25
7.3 Tamaño de la muestra.	26
7.4 Variables a estudio.	26
7.5 Fuentes de información y técnicas de recolección.	27
7.6 Control de errores y sesgos o calidad del dato.	28
7.7 Materiales y métodos.	28
7.8 Plan de análisis estadístico.	32
7.9 Consideraciones éticas.	32
7.10 Resultados.	33
7.10.1 Dimensiones geométricas del anillo mitral.	34
7.10.2 Comparación de la dinámica del anillo en insuficiencia mitral	40

isquémica con la dinámica del anillo mitral sin insuficiencia.	
7.11 Discusión.	41
7.12 Limitaciones.	44
7.13 Conclusiones.	45
8. Cronograma.	46
9. Presupuesto	47
Referencias bibliográficas.	
Anexos.	
Anexo 1. Tabla de variables a estudio.	
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.	
Anexo 3. Carta del Comité de Ética en Investigación. Universidad del Rosario.	

Figuras		Pág.
-	Figura 1. Proyección tridimensional de la válvula mitral en sístole.	29
-	Figura 2. Proyección tridimensional de la válvula mitral en diástole.	30
-	Figura 3. Alineación del anillo mitral en los tres planos ortogonales.	31
-	Figura 4. Reconstrucción del anillo mitral.	31

Tablas		
-	Tabla 1. Características Demográficas.	34
-	Tabla 2. Dimensiones geométricas del anillo mitral durante cinco momentos del ciclo cardiaco. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	35

Gráficas		
-	Gráfica 1. Dinámica del perímetro del anillo mitral. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	36
-	Gráfica 2. Dinámica del área del anillo mitral. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	37
-	Gráfica 3. Dinámica del diámetro anteroposterior del anillo mitral. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	38
-	Gráfica 4. Dinámica del diámetro intercomisural del anillo mitral. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	38
-	Gráfica 5. Dinámica de la altura del anillo mitral. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	39
-	Gráfica 6. Dinámica del índice morfológico anular. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.	39

DINÁMICA DEL ANILLO MITRAL EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA MITRAL ISQUÉMICA

Nuevas Proyecciones de la Ecocardiografía Transesofágica Tridimensional en Tiempo Real.

OBJETIVOS: Describir y comparar los cambios dinámicos de la geometría del anillo mitral durante todo el ciclo cardiaco en pacientes con insuficiencia mitral isquémica y pacientes con válvula mitral normal.

MATERIALES Y MÉTODOS: Los estudios ecocardiográficos analizados fueron 37, 23 con insuficiencia mitral isquémica y 14 con válvula mitral normal. La reconstrucción del anillo se realizó en la estación de trabajo Xcelera (Philips Medial Systems) mediante la herramienta de análisis mitral (MVQ), en 5 momentos del ciclo cardiaco: Comienzo de Sístole, Mitad de Sístole, Final de Sístole, Mitad de Diástole y Final de Diástole.

RESULTADOS: El anillo del grupo control, fue más dinámico, con sus menores dimensiones al final de la diástole, presentando incremento progresivo durante la sístole. Los cambios en el perímetro y el área, fueron significativos entre el comienzo y mitad de la sístole ($p:0.087$ y $p: 0.055$). En el grupo con insuficiencia mitral isquémica, el anillo fue más estático. Todas las dimensiones en este grupo, fueron mayores en los cinco momentos del ciclo cardiaco. ($p < 0.1$). El anillo también fue más plano, con un índice morfológico anular menor al del grupo control ($p:0.087$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES: En pacientes sin insuficiencia mitral, el anillo es una estructura dinámica. Durante la sístole, las menores dimensiones se produjeron al comienzo de este periodo y la conformación en silla de montar se mantuvo, protegiendo contra la insuficiencia mitral. El anillo del grupo con insuficiencia mitral fue más estático y plano, perdiendo los mecanismos protectores.

PALABRAS CLAVES: Anillo Mitral. Dinámica Mitral. Insuficiencia Mitral. Cardiopatía Isquémica.

MITRAL ANNULAR DYNAMICS IN ISCHEMIC MITRAL REGURGITATION

New approaches with real time 3-dimensional echocardiography

OBJECTIVES: To describe and compare the dynamic changes in the geometry of the mitral ring in patients with ischemic mitral regurgitation and normal mitral valve.

MATERIALS AND METHODS: 37 studies were analyzed, 23 with ischemic mitral regurgitation and 14 without mitral regurgitation. The mitral ring reconstruction was performed in Xcelera workstation (Philips Medical Systems, Andover, Massachusetts) with a mitral analysis tool (MVQ), in 5 different times of the cardiac cycle: Early systole, middle systole, late systole, middle diastolic and late diastole.

RESULTS: The mitral ring of the control group, was more dynamic, with its smaller size in the late diastole, with a progressive increase during systole. Changes in the perimeter and area were significant between the early and middle of systole (p: 0.087 and p: 0.055, respectively). In the group with ischemic mitral regurgitation, the ring was more static. All dimensions were larger in this group, with a significant difference in every dimension (p <0.1). The annular morphological index was lower in this group, than in the control group.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS: The mitral ring is a dynamic structure in patients without mitral regurgitation. During systole, the smaller dimensions occurred at the beginning of this period and the saddle shape remained during the whole cardiac cycle, protecting against mitral regurgitation. The mitral ring was static and flat in patients with ischemic mitral regurgitation, losing the protective mechanisms described in the control group.

KEYWORDS: Mitral ring. Mitral Annular Dynamic. Mitral regurgitation. Ischemic Heart Disease.

2. Introducción

La válvula mitral es tal vez la válvula más compleja del corazón. El aparato valvular mitral está compuesto por las valvas, el anillo, las cuerdas tendinosas, los músculos papilares y el miocardio del ventrículo izquierdo. El anillo mitral hace parte importante del aparato mitral, y ha sido muy estudiado en los últimos años, ya que se cree juega un papel determinante en la fisiología de dicha válvula. Sin embargo, los estudios que hay hasta ahora, no son suficientes, y se cree que la información que se tiene hasta el momento no es completa. La insuficiencia mitral isquémica, es una de las valvulopatías que más tiene repercusión sobre el anillo mitral y por eso es motivo de estudio en esta oportunidad. La prevalencia de insuficiencia mitral en pacientes con cardiopatía isquémica, se acerca al 40% y marca una diferencia importante en el pronóstico de éstos pacientes. (1) Por esta razón, se ha convertido desde hace muchos años en objetivo terapéutico de los cirujanos cardiovasculares, en el momento de la revascularización. El manejo en estos pacientes, está enfocado en realizar anuloplastia, buscando reducir el diámetro del anillo mejorando así la coaptación de las válvulas. A pesar de que este procedimiento se ha preferido sobre el reemplazo de la válvula, por sus ventajas en sobrevida, disminución de complicaciones y mejoría en la función sistólica del ventrículo izquierdo, la recurrencia de insuficiencia mitral posterior al procedimiento es un gran problema en este caso. Se han descrito parámetros ecocardiográficos que intentan predecir la recurrencia y se han realizado estudios comparando diferentes estrategias terapéuticas, entre otros, pero aún así, la recurrencia continúa siendo un problema. Es por esta razón, que se cree que aún hay baches en el conocimiento de la fisiología del aparato valvular mitral, especialmente del anillo, que se sabe de antemano, es una estructura compleja.

El objetivo de este estudio está centrado en describir y comparar la dinámica del anillo en insuficiencia mitral isquémica, con la dinámica del anillo mitral sin insuficiencia isquémica. El análisis de la dinámica del anillo se ha podido llevar a cabo gracias al desarrollo que ha tenido la tecnología de imágenes cardiacas en los últimos años con el advenimiento de la ecocardiografía tridimensional, con la que se cuenta desde hace pocos años en el país. Esta tecnología ha permitido tener una mayor aproximación a la realidad anatómica, muy cercana a la que tiene acceso el cirujano en el quirófano. El estudio de la válvula se complementa con el MVQ de Phillips Medical System, herramienta que

permite reconstruir el anillo en tres dimensiones y realizar las medidas requeridas para su caracterización.

Los resultados de este trabajo serán la base de muchas otras preguntas de investigación que estén orientadas a estudiar las otras estructuras del aparato valvular mitral y a encontrar nuevas opciones terapéuticas.

3. Planteamiento del problema

La dinámica del anillo mitral en insuficiencia mitral isquémica no ha sido muy estudiada. La gran incidencia de insuficiencia mitral recurrente posterior a la anuloplastia continúa siendo un problema en pacientes con cardiopatía isquémica, lo que hace necesario ampliar el conocimiento de la fisiología de todos los componentes del aparato mitral, entre ellos el anillo mitral. (2) El adecuado entendimiento de su geometría y variación a lo largo del ciclo cardiaco puede permitir encontrar la causa de dicha recurrencia y así facilitar el diseño de anillos u otras estrategias de reparación valvular.

4. Justificación

Entender las variaciones geométricas del anillo mitral en los diferentes momentos del ciclo cardiaco, en pacientes con insuficiencia mitral isquémica, y poder compararlas con la geometría del anillo en pacientes sin insuficiencia mitral isquémica, va permitir entender mejor el mecanismo de insuficiencia y así poder determinar la importancia del papel que juega el anillo en su etiología.

La insuficiencia mitral recurrente posterior a la anuloplastia mitral en pacientes con cardiopatía isquémica tiene un impacto importante en el pronóstico de estos pacientes. (2) Su presentación hace que el riesgo de complicaciones sea igual al que presentaban antes de la intervención: aumento en el número de hospitalizaciones al año, fibrilación auricular, deterioro de la función ventricular izquierda y muerte. Y por supuesto, la necesidad de nueva anuloplastia, o la necesidad de reemplazo valvular.

Dado que la anuloplastia continúa siendo hoy en día la estrategia de reparación mitral por excelencia en este grupo de pacientes, será de suma importancia conocer si hay algún factor de la fisiología anular que no esté siendo considerado hasta el momento y que por ello explique la gran recurrencia de insuficiencia mitral posterior al procedimiento.

Estudios como éste, pueden dar pie a otras preguntas de investigación, que estén orientadas a encontrar otras posibilidades terapéuticas, que no se hayan explorado hasta el momento y permitan disminuir la incidencia de insuficiencia mitral recurrente posterior a la anuloplastia.

5. Marco teórico

5.1 Anatomía de la válvula mitral.

La válvula mitral es una de las válvulas más complejas del corazón. Está compuesta por diferentes estructuras: el anillo, las válvulas, las cuerdas tendinosas, los músculos papilares y el músculo del ventrículo izquierdo. Se ha descrito que la válvula mitral está formada por un velo continuo insertado en toda la circunferencia del anillo mitral, el cual presenta dos indentaciones que corresponden a las comisuras anterolateral y posteromedial. El anillo mitral es una membrana, que presenta una porción más anterior que es fibrosa y una porción más posterior que es muscular (3). La válvula mitral está conformada por la valva anterior, que es la de mayor tamaño, es semilunar y está dividida en tres folletos (A1, A2 y A3). La valva posterior, más pequeña, también está conformada por tres folletos (P1, P2 y P3). Las cuerdas tendinosas unen los extremos distales de las valvas, con los músculos papilares. (3) El aparato valvular mitral comprende también, dos músculos papilares, el músculo anterolateral, que recibe irrigación tanto de la arteria descendente anterior como de la circunfleja; y el músculo posteromedial, que se encuentra irrigado por la coronaria derecha o por la circunfleja. Esta válvula se abre durante la diástole permitiendo el paso de sangre de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo, y se cierra durante la sístole, impidiendo la regurgitación de sangre hacia la aurícula izquierda y facilitando el llenado de esta última. La apertura de la válvula mitral es un fenómeno pasivo, que ocurre cuando la presión en la aurícula izquierda supera la presión en el ventrículo izquierdo, posteriormente, continúa el llenado lento y las valvas comienzan a acercarse nuevamente, articulándose sobre el anillo mitral, ocluyendo parcialmente el orificio de entrada, para finalizar con la sístole auricular y cierre de la válvula mitral, dando comienzo así, a la sístole ventricular (3). La contracción del miocardio ventricular, coordinada con la acción de los músculos papilares produce tensión en las cuerdas tendinosas, que evitan el prolapso de las valvas hacia la cavidad auricular y aseguran la competencia valvular. El cierre de la válvula mitral implica el concurso de dos fuerzas opuestas: la fuerza de tracción ejercida por los músculos papilares y las cuerdas tendinosas, cuyo objetivo es alejar las valvas del plano anular, y la fuerza de cierre, ejercida por el miocardio del ventrículo izquierdo, que buscará tener el efecto contrario. (4) El desbalance entre estas dos fuerzas, que se ve en diferentes patologías, favorecerá la inadecuada coaptación de las valvas.

En la fase final del periodo eyectivo, se da una caída brusca de la presión ventricular izquierda, que permite nuevamente la apertura de la válvula mitral y el comienzo de un nuevo ciclo.

La válvula mitral se ve afectada por diferentes patologías, entre ellas la cardiopatía dilatada, la cardiopatía isquémica, la cardiopatía de origen reumático, la enfermedad fibroelástica y la enfermedad valvular degenerativa, entre otras. (5) En esta oportunidad nos centraremos en la valvulopatía mitral isquémica, buscando dar explicación al efecto que dicha patología tiene sobre los componentes del aparato valvular, especialmente, el anillo mitral, que es la estructura que más nos compete en este momento.

5.2 Insuficiencia mitral isquémica.

El término insuficiencia mitral, se refiere a la incompetencia valvular que impide su adecuado cierre durante la sístole, favoreciendo la regurgitación de sangre desde el ventrículo izquierdo hacia la aurícula izquierda, produciendo una disminución en el volumen eyectivo del ventrículo izquierdo.

La insuficiencia mitral isquémica es la consecuencia de la remodelación del ventrículo izquierdo posterior a un infarto, que impide el cierre completo de la válvula, favoreciendo la regurgitación. La prevalencia de la insuficiencia mitral en cardiopatía isquémica es de aproximadamente un 40%, y se ha demostrado que dicha valvulopatía tiene un impacto importante en el pronóstico de pacientes con cardiopatía isquémica, ya que aumenta la probabilidad de edema pulmonar, choque cardiogénico y muerte. (1) Adicionalmente, se ha visto que este impacto en el pronóstico, es independiente de la función sistólica del ventrículo izquierdo. Aun no se ha comprendido en su totalidad el mecanismo de esta valvulopatía y es por esto que la ecocardiografía tridimensional ha comenzado a cobrar gran importancia en el entendimiento del mecanismo de insuficiencia y se cree puede llegar a tener un papel importante en la decisión de la mejor opción terapéutica en estos pacientes.

Desde los años 60 se ha afirmado que la isquemia es una de las principales causas de insuficiencia mitral en estos pacientes, basados en la teoría de que la hipoperfusión de los músculos papilares, impide su adecuado funcionamiento ya que no se produce una contracción efectiva que sea capaz de impedir que las valvas protruyan hacia la aurícula izquierda. La contracción de los músculos papilares se da de manera simultánea con la contracción del ventrículo izquierdo, lo cual desplaza el anillo mitral

hacia el ápex. Si esta contracción no se produce de manera simultánea, no habrá tensión sobre las cuerdas tendinosas y éstas favorecerán el prolapso de las valvas y así la regurgitación. Sin embargo, la isquemia no es el único factor que influye en la etiología de esta valvulopatía (4). La remodelación del ventrículo izquierdo secundaria al infarto, favorece el desplazamiento de los músculos papilares, que aumenta la tracción de las cuerdas tendinosas, y así la tracción de las valvas, dificultando su desplazamiento hacia el plano anular, favoreciendo el cierre incompleto de la válvula. Sin embargo, no es el grado de remodelación, el factor que más influye, sino la localización de la zona remodelada. Los pacientes que presentan insuficiencia mitral isquémica son aquellos con remodelación del miocardio íntimamente relacionado con los músculos papilares. Es por esto que la mayor prevalencia de insuficiencia mitral isquémica la presentan los pacientes con infartos de la pared inferior, quienes presentan remodelación del miocardio relacionado con el músculo posteroinferior, que sólo recibe irrigación de la circulación derecha.

Se cree también, que la insuficiencia mitral isquémica se ve influenciada por cambios hemodinámicos que no están relacionados con la isquemia del miocardio.

Hay estudios que han demostrado la persistencia de la insuficiencia mitral posterior a revascularización miocárdica, hasta en un 40% de los pacientes (6) y la mejoría en la severidad de la insuficiencia mitral con el uso de diuréticos (7). Se ha demostrado como el orificio regurgitante se hace más pequeño hacia la mitad de la sístole, momento en el cual la fuerza de cierre valvular, ejercida por el ventrículo izquierdo, es máxima; diferente a lo que ocurre en el comienzo y final de la sístole cuando esta fuerza de cierre es mínima, lo que aumenta el área de orificio regurgitante.

Se han descrito alteraciones en la geometría del anillo mitral, en pacientes con cardiopatía isquémica, que al parecer, favorece la insuficiencia valvular. Anteriormente se creía que así como su nombre lo indica, el anillo mitral, era una estructura circular simétrica, sin embargo, se ha demostrado que tiene una forma de silla de montar, con sus extremos más altos ubicados en la parte más anterior y posterior del anillo; y los extremos más bajos hacia el aspecto lateral y medial del anillo, que son los que están relacionados con las comisuras. Presenta cambios dinámicos durante el ciclo cardiaco y se ha demostrado reducción del área mediante la dorsiflexión del aspecto anterior fibroso y la contracción del aspecto posterior muscular (4). Sin embargo, estos movimientos no son intrínsecos del anillo; los cambios en el área dependen de las estructuras que lo rodean: la dorsiflexión es debida al desplazamiento posterior de la unión mitroaórtica que ocurre por la dilatación de la raíz aórtica durante

la sístole; y la contracción, del aspecto posterior del anillo ocurre por el acortamiento de las fibras de la aurícula izquierda, hacia el final de la diástole (8). La contracción de las fibras helicoidales del ventrículo izquierdo, favorece también la contracción del anillo hacia el comienzo de la sístole. Todo esto favorece la coaptación de las valvas, que junto con el aumento en la presión del ventrículo izquierdo durante esta parte del ciclo, mantiene cerrada la válvula impidiendo la regurgitación. Su forma es más circular y la configuración en silla de montar menos marcada en diástole. En sístole, la configuración en silla de montar es más acentuada y su forma es más elíptica, lo que explica la variación de su área durante las dos fases del ciclo cardiaco.

El anillo mitral se dilata y se aplanan en pacientes con insuficiencia mitral isquémica (9) (10). Estos cambios alteran la adecuada coaptación de las valvas, favoreciendo la insuficiencia valvular. Sin embargo, dado que la línea de coaptación es suficientemente redundante, la insuficiencia valvular no es posible, a menos que se produzca un aumento de aproximadamente 1.8 veces el área de anillo (11). La ecocardiografía tridimensional ha demostrado que la máxima contracción del anillo ocurre hacia la mitad de la sístole, sin embargo, en pacientes con cardiopatía isquémica ocurre hacia el final de la sístole.

Se han publicado algunos estudios que describen la dinámica y geometría del anillo mitral, en insuficiencia mitral de diferentes etiologías. Algunos de estos estudios fueron realizados en animales y otros en humanos, utilizando la ecocardiografía tridimensional y diferentes softwares que han permitido la reconstrucción de la válvula, así como otros que se han realizado mediante marcadores o con el uso de la resonancia magnética nuclear. Dentro de estos estudios se encuentra el publicado por Kwan et al (12), que comparó la geometría del anillo mitral de pacientes con insuficiencia isquémica y pacientes con insuficiencia mitral funcional, encontrando que el tamaño del anillo, en el primer grupo de pacientes, aumentaba en menor proporción que el anillo del segundo grupo de pacientes, a pesar de tener el mismo grado de insuficiencia. El estudio de Ennis et al (13), comprobó que el uso de betabloqueadores en pacientes con insuficiencia mitral moderada a severa reducía las dimensiones del anillo (exceptuando el diámetro septo-lateral), afirmando, que probablemente, su uso a largo plazo, podría reducir la progresión de la insuficiencia mitral en pacientes con valvulopatía de origen degenerativo. Otros estudios han demostrado la importancia del anillo mitral en la fisiología del llenado ventricular. C. Carhall et al (14), demostró que la excusión del anillo cumple un papel importante en el llenado y vaciamiento del ventrículo izquierdo, conclusiones a las que ya había

llegado Tibayan et al (15), demostrando que el volumen dependiente de la excursión del anillo contribuía con una cuarta parte del total del llenado ventricular. El estudio de C. Carhall et al, también demostró que la aurícula izquierda permite que el anillo juegue un papel de esfínter, facilitando el llenado ventricular.

Se ha tratado de discriminar las diferencias geométricas del anillo según el territorio del miocardio afectado. Así, Watanabe et al (9), demostró que el anillo mitral se aplanaba en pacientes con insuficiencia mitral isquémica y que presentaba mayor deformación en pacientes con infarto agudo del miocardio anterior, comparado con los pacientes con infarto agudo del miocardio inferior.

Al parecer la dinámica del anillo mitral también varía dependiendo si la insuficiencia mitral isquémica es aguda o crónica. En el 2003, Tibayan et al (16) publicó un estudio en *Annals of Thoracic Surgery*, en el que se plantearon las siguientes características del anillo en pacientes con insuficiencia mitral isquémica crónica: 1. La porción fibrosa del anillo, se dilata más que la porción muscular. 2. El diámetro Septo-Lateral aumenta proporcionalmente con el diámetro intercomisural, y 3. La altura del anillo se reduce, haciendo que el anillo se aplane.

Se han descrito diferencias en la dinámica del anillo entre pacientes con insuficiencia mitral isquémica aguda, y pacientes con insuficiencia mitral isquémica crónica. El área del anillo mitral aumenta tanto en la insuficiencia mitral aguda como en la crónica. El diámetro intercomisural aumenta en la insuficiencia mitral crónica, mientras que permanece estable en la insuficiencia mitral aguda. La altura del anillo disminuye en insuficiencia crónica, manteniéndose estable en la insuficiencia mitral aguda (16).

Kaplan, et al (17) demostró que la insuficiencia mitral funcional se caracterizaba por una variación reducida del área y forma del anillo mitral, comparado con pacientes sanos. También se han realizado estudios en pacientes con valvulopatía mitral mixomatosa, encontrado que estos pacientes no presentan disminución en el área anular durante la fase temprana de la sístole, como en los pacientes sanos, mecanismo que se cree contribuye con la incompetencia valvular. (Grewl et al) (18).

5.3 Estudio ecocardiográfico de la insuficiencia mitral isquémica.

Desde hace muchos años, la ecocardiografía se ha convertido en una herramienta esencial en el diagnóstico y seguimiento de la insuficiencia mitral de cualquier etiología. El doppler color, específicamente, ha permitido detectar la insuficiencia mitral y hacer una aproximación a la etiología y

su severidad. Los registros espectrales con doppler continuo son utilizados en conjunto con la técnica de doppler color, para calcular el volumen regurgitante, la fracción regurgitante y el orificio regurgitante, que son los parámetros que determinan la severidad de la insuficiencia. Sin olvidar, otros signos indirectos de severidad como lo son la dilatación de cavidades por sobrecarga de volumen y la hipertensión pulmonar. (19)

Dentro de los parámetros ecocardiográficos que permiten evaluar la tracción de las valvas en la insuficiencia mitral isquémica, se encuentran: La altura de tienda, que es la distancia entre el anillo mitral y el punto de coaptación; el área de tienda que es la región comprendida entre el anillo y las valvas y el volumen de tienda medida mediante ecocardiografía tridimensional, entre otros (4). El área del anillo también se mide mediante ecocardiografía tridimensional, y tiene un valor normal indexado de $5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, presentando una reducción del 25% hacia la mitad de la sístole (20). También se puede definir si la tracción es simétrica o asimétrica. Si es asimétrica, por ejemplo, comprometiendo la valva posterior, la coaptación de la valva anterior se producirá en el aspecto auricular de la valva posterior y el jet de insuficiencia será excéntrico, hacia la pared posterior de la aurícula izquierda. Cuando la tracción es simétrica, la coaptación se realiza en la punta de ambas valvas y el jet será central.

La ecocardiografía tridimensional ha permitido un mayor acercamiento del cardiólogo clínico, a la realidad anatómica de la válvula mitral, tal como el cirujano la aprecia durante el procedimiento quirúrgico, logrando así alcanzar un mejor entendimiento de la anatomía patológica de la válvula mitral. Junto con la llegada de la ecocardiografía tridimensional, también se ha tenido acceso a softwares (como el MVQ del QLAB de Philipps Medical System) que permiten la reconstrucción de las estructuras y facilitan la medición de algunos parámetros que se han convertido en elementos esenciales a la hora de planear el procedimiento quirúrgico y el diseño de estructuras protésicas, como lo son los anillos de plastia mitral. Dentro de los parámetros anulares que se pueden medir con esta técnica se encuentran, el área, el perímetro anular, el diámetro anteroposterior, el diámetro intercomisural, la altura del anillo y el índice morfológico anular (Relación entre la altura y el diámetro intercomisural, que habla de que tanto se preserva la forma anular mitral en silla de montar).

5.4 Tratamiento de la insuficiencia mitral isquémica.

El tratamiento convencional de la insuficiencia mitral isquémica se basa en la revascularización miocárdica y la anuloplastia restrictiva. El anillo protésico busca reducir el diámetro anteroposterior y así recobrar la integridad de la válvula, sin embargo, se ha visto que esto aumenta la distancia entre los músculos papilares y el aspecto posterior del anillo, aumentando la tracción de la valva posterior (2). Por esta razón se han implementado procedimientos adicionales como es la transección de cuerdas tendinosas, buscando disminuir la tracción. El manejo de la insuficiencia mitral isquémica es un tema controvertido en los servicios de cirugía cardiovascular, por ser una patología compleja que implica la interacción todas las estructuras del aparato valvular mitral: valvas, anillo, cuerdas tendinosas, músculos papilares y ventrículo izquierdo.

El reparo de la válvula mitral se continúa considerando como la mejor aproximación en pacientes con valvulopatía isquémica. Carpentier et al, han sido reconocidos por desarrollar diferentes técnicas de reparo mitral, entre ellas, la resección de las valvas, el acortamiento de las cuerdas tendinosas y la colocación de una anuloplastia. (16). También se han logrado avances en la implementación de cuerdas tendinosas artificiales. Dentro de las principales ventajas de esta estrategia sobre el reemplazo valvular, se encuentran la mejoría de la función ventricular izquierda, el bajo riesgo de muerte en el perioperatorio, el bajo riesgo de endocarditis y sangrado asociado a la anticoagulación. El objetivo de la anuloplastia es restaurar la anatomía del anillo, corrigiendo la dilatación, además de convertirse en un soporte que estabiliza el reparo valvular.

Los anillos de anuloplastia se clasifican en rígidos y flexibles; completos o incompletos, planos o en silla de montar. Existen tres tipos de anillos: Anillo rígido o semirígido (Carpentier-Edwards Classic de Baxter); el anillo totalmente flexible (Duran de Medtronic, Inc) y el anillo parcialmente flexible (Cosgrove-Edwards de Baxter o Tailor de St Jude Medical Inc.). Cada uno de estos tiene ventajas y desventajas. Los anillos rígidos, por ejemplo, tienen un impacto negativo en la función ventricular izquierda (21), mientras que los que tienen forma en silla de montar, mejoran la coaptación de las valvas y reducen las fuerzas de cizallamiento sobre las valvas y el aparato subvalvular. (22).

A pesar de los avances en el tratamiento de la insuficiencia mitral isquémica, la recurrencia de insuficiencia posterior a la anuloplastia, continúa siendo un problema. Se ha reportado una recurrencia

de hasta el 30% (2), y es por esto que cada vez se hace más importante conocer más detalles de la dinámica del anillo, que permitan perfeccionar el diseño de los anillos protésicos y así disminuir la recurrencia. Se cree que la causa de esta recurrencia es la continua remodelación del ventrículo izquierdo (23) y aunque se ha demostrado reversibilidad de dicha remodelación posterior a la anuloplastia, ya se sabe que dicha reversión no ocurre si el diámetro de fin de diástole del ventrículo izquierdo ya ha superado los 6.5 cm. Múltiples estudios han identificado algunos parámetros que pueden predecir la recurrencia posterior a la anuloplastia. Entre ellos se encuentra una altura de tienda mayor a 1 cm y un área de tienda mayor a 2.5 cm². (24) La recurrencia también es mayor cuando la tracción es simétrica y el anillo mitral tiene un diámetro mayor a 3.7 cm (25). Estos parámetros han permitido identificar aquellos pacientes, que por su riesgo de recurrencia, probablemente se beneficien más del reemplazo valvular.

Algunos estudios han demostrado que los anillos flexibles son más efectivos en la conservación de la fisiología anular (26) (27). Sin embargo, otros estudios realizados en animales han demostrado que tanto los anillos semirígidos, como los flexibles alteran la dinámica del anillo (28) y los mecanismos de cierre valvular, produciendo tracción sobre la valva posterior. (29) Se han realizado otros estudios comparando anillos flexibles parciales (Tailor), con anillos flexibles completos (Duran) encontrando que tanto el área como el perímetro de dichos anillos permanece constante durante todo el ciclo cardiaco (30). Sin embargo, también se demostró que el anillo parcial (Tailor) conserva el mecanismo natural de flexión anterior.

Otro estudio realizado por Ben Zekry et al (31), en pacientes con insuficiencia mitral de tipo degenerativo, comparó dos técnicas de reparación: en la primera, el anillo y las valvas se dejaron intactas, se utilizaron cuerdas tendinosas artificiales de politetrafluoroetileno y se colocó un anillo completo flexible buscando reducir el área del anillo. En la otra técnica, se resecaron las valvas, se utilizaron también cuerdas artificiales y se colocó un anillo flexible parcial. El estudio demostró que con la primera técnica se logró conservar los cambios dinámicos en el área anular, el diámetro anteroposterior y la movilidad de la valva posterior. Sin embargo, estos hallazgos fueron evaluados únicamente en el postoperatorio inmediato, sin tener en cuenta la posibilidad de alteración de la dinámica anular, que puede ocurrir con el tiempo debido a la cicatrización y el pannus (32). Otro estudio realizado en pacientes con insuficiencia mitral isquémica, publicado por Mc Gee, et al (2), comparó los efectos del reemplazo valvular mitral con el reparo mitral y encontró que a los 6 meses de la anuloplastia muchos pacientes presentaba insuficiencia mitral recurrente, y que esta recurrencia

ocurría de manera más frecuente en pacientes llevados a anuloplastia con pericardio que los que fueron llevados a anuloplastia con el anillo de Carpentier. Concluyeron también, que el tipo de anuloplastia no tenía ninguna influencia en la sobrevida.

Los resultados de todos éstos estudios sólo demuestran que continúa siendo de suma importancia conocer más a fondo la dinámica del anillo mitral en diferentes patologías, ya que de su adecuado entendimiento, podrá surgir el diseño de anillos que simulen más de cerca la fisiología del anillo nativo y favorezcan la recuperación de la integridad del aparato mitral.

En los últimos años han surgido nuevas aproximaciones para el manejo de la insuficiencia mitral isquémica. El reparo percutáneo de la válvula mitral que imita la técnica antigua de Alfieri (33). En este caso, los folletos A2 y P2 se unen mediante un clip (MitraClip), creando un doble orificio. El estudio EVEREST II (27) demostró una reducción de muerte, necesidad de reemplazo valvular y aumento en la severidad de la insuficiencia, al cabo de 1 año de seguimiento a pacientes con valvulopatía mitral degenerativa que fueron llevados a dicha intervención percutánea. Todos estos pacientes presentaban jets de insuficiencia mitral centrales por lo que no se conoce que resultados habría en pacientes con jets excéntricos como los que vemos frecuentemente en la insuficiencia mitral isquémica. En este estudio también se observó que no hubo un aumento en el diámetro anteroposterior del anillo, lo cual podría estar a favor de la no recurrencia de la insuficiencia en estos pacientes (34).

5.5 Terminología básica.

- Anillo Mitral: Estructura fibromuscular que se localiza entre la aurícula y el ventrículo izquierdo, y que es la base de implantación de las valvas de la válvula mitral.
- Área del anillo mitral: Es una medida de dos dimensiones que representa la superficie comprendida entre anillo mitral.
- Perímetro del anillo mitral: Es la medida del contorno del anillo mitral.
- Altura del anillo mitral: Distancia entre la base del anillo y la porción más apical del anillo.

- Diámetro antero-posterior: Distancia entre el aspecto anterior y posterior del anillo.
- Diámetro intercomisural: Distancia entre las comisuras posteromedial y la comisura anterolateral.
- Índice morfológico anular: Relación entre la altura del anillo y el diámetro intercomisural.
- Sístole: Periodo del ciclo cardiaco en el que se produce la contracción del miocardio ventricular permitiendo la eyección de sangre hacia la circulación sistémica, con la apertura de la válvula aórtica; y la eyección hacia la circulación pulmonar, con la apertura de la válvula pulmonar. Las válvulas aurículo-ventriculares (mitral y tricuspídea) se cierran durante este periodo.
- Diástole: Periodo del ciclo cardiaco en el cual el miocardio se relaja y se produce el llenado ventricular. Durante este periodo se produce la apertura de las válvulas aurículo-ventriculares (mitral y tricuspídea), permitiendo el paso de sangre desde las aurículas a los ventrículos; y el cierre de las válvulas sigmoideas (aórtica y pulmonar).
- Cardiopatía isquémica: Alteración en la función normal del miocardio secundaria a enfermedad coronaria.
- Insuficiencia mitral isquémica: Alteración de la válvula mitral secundaria a enfermedad coronaria, en la que no se presenta un adecuado cierre valvular durante la sístole, permitiendo la regurgitación de un volumen variable de sangre, hacia la aurícula izquierda. Dependiendo de la severidad.

6. Objetivos

6.1 *Objetivo principal.*

Describir y comparar los cambios dinámicos de la geometría del anillo mitral durante todo el ciclo cardiaco en pacientes con insuficiencia mitral isquémica y pacientes sin insuficiencia mitral isquémica.

6.2 *Objetivos específicos.*

- Describir los cambios de las variables geométricas de anillo mitral (Diámetro antero-posterior (DAP), diámetro intercomisural (D.IComisural), perímetro, área, altura e índice morfológico anular (I.Morf.Anular), durante cinco momentos del ciclo cardiaco (comienzo de sístole, mitad de sístole, final de sístole, mitad de diástole y final de diástole), en pacientes con insuficiencia mitral isquémica.
- Describir los cambios de las variables geométricas de anillo mitral (Diámetro antero-posterior (DAP), diámetro intercomisural (D.IComisural), perímetro, área, altura e índice morfológico anular (I.Morf.Anular) durante cinco momentos del ciclo cardiaco (comienzo de sístole, mitad de sístole, final de sístole, mitad de diástole y final de diástole), en pacientes sin insuficiencia mitral isquémica.
- Comparar la geometría del anillo mitral (diámetros, área, perímetro, altura e índice morfológico anular (I.Morf.Anular) de pacientes con insuficiencia mitral isquémica, con la geometría del anillo mitral de pacientes sin insuficiencia mitral isquémica.

7. Metodología

7.1 Diseño del estudio.

Estudio de casos y controles.

7.2 Población diana.

Pacientes que ingresaron al servicio de Cardiología No Invasiva de la Fundación Clínica Shaio, en el periodo comprendido entre enero del 2011 y junio del 2012, para la realización de ecocardiograma Transesofágico.

7.2.1 Criterios de inclusión.

El grupo control está conformado por los ecocardiogramas transesofágicos de pacientes sin insuficiencia mitral isquémica, que cumplan con los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios transesofágicos de pacientes mayores de 18 años.
- Estudios transesofágicos con imágenes tridimensionales de la válvula mitral.

El grupo de casos está conformado por los ecocardiogramas transesofágicos de los pacientes con insuficiencia mitral isquémica, que cumplan con los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios transesofágicos de pacientes mayores de 18 años.
- Estudios transesofágicos con imágenes tridimensionales de la válvula mitral.

7.2.2 Criterios de exclusión.

Como criterios de exclusión se consideraron los siguientes:

- Ecocardiogramas de pacientes con estenosis mitral, valvulopatía aórtica (con un grado de severidad mayor que leve), valvulopatía tricuspídea (con un grado de severidad mayor que leve) o cardiopatía congénita compleja.
- Ecocardiogramas de pacientes portadores de prótesis mecánicas o biológicas.
- Ecocardiogramas cuyas imágenes tridimensionales no tuvieran la calidad necesaria para poder ser procesadas y analizadas adecuadamente.
- Ecocardiogramas de pacientes embarazadas.
- Ecocardiogramas que no fueron encontrados en la estación de trabajo Excelera.

7.3 Tamaño de la muestra.

Se calculó un tamaño de muestra considerando un error tipo I de 0.05 y una potencia de 0.84 para un estudio de casos y controles en grupos independientes, asumiendo una diferencia de 4 mm entre las variables geométricas. (12) Bajo éstas consideraciones se obtuvo un tamaño de muestra de 40 estudios, 20 estudios por grupo.

7.4 Variables a estudio.

(Anexo 1).

- Grupo al que pertenece el individuo
- Edad.
- Sexo.
- Antecede de HTA, DM tipo 2 y Dislipidemia.
- Fracción de eyección.
- Severidad de la Insuficiencia mitral.
- Dilatación de la Aurícula Izquierda: Si/No.
- Diámetro Antero-Posterior del anillo mitral.
- Diámetro Intercomisural del anillo mitral.
- Área del anillo mitral.

- Perímetro del anillo mitral.
- Altura del anillo mitral.
- Índice morfológico anular.

7.5 Fuentes de información y técnicas de recolección.

Bases de Datos del servicio de Cardiología no Invasiva: Se tomaron datos sobre género, edad, antecedentes, severidad de la insuficiencia mitral, fracción de eyección y presencia o no de dilatación de la aurícula izquierda, de la base de datos del servicio de Cardiología no Invasiva de la Fundación Clínica Shaio.

Estación de Trabajo Xcelera: Se buscaron las imágenes de los estudios transesofágicos previamente identificados como elegibles en la estación de Trabajo Xcelera del servicio de Cardiología no Invasiva de la Fundación Clínica Shaio.

Herramienta MVQ: Las medidas del anillo mitral fueron obtenidas mediante la reconstrucción tridimensional realizada con la herramienta MVQ del QLab (Phillips Medical System).

Instrumento: para la recolección de datos obtenidos se creó un instrumento que contiene todas las variables de estudio. (Anexo 2).

7.6 Control de Errores y Sesgos o calidad del dato.

Sesgo potencial	Estrategia de Corrección
Clasificación – Información	Bases de Datos revisadas por el investigador.
Selección	Revisión de estudios y clasificación según los criterios de inclusión y exclusión.
Digitación	Mediante codificación
Manejo de Base de Datos	Conocimiento de variables estudiadas.

7.7 Materiales y métodos.

Se revisó la base de datos de los ecocardiogramas transesofágicos desde enero del 2011 y junio del 2012, del servicio de Cardiología no Invasiva de la Fundación Clínica Shaio. Se encontraron 56 estudios de pacientes con insuficiencia mitral isquémica y 30 estudios de pacientes sin insuficiencia mitral, que cumplían los criterios de inclusión definidos para ambos grupos. Posteriormente, se procedió a buscar los reportes de dichos estudios y las imágenes en la estación de trabajo Xcelera. Dentro de estos estudios, no se tuvieron en cuenta aquellos que cumplían alguno de los criterios de exclusión. De esta forma el grupo control quedó conformado por 14 estudios y el grupo de casos por 23 estudios.

Una vez seleccionados todos los estudios, se procedió a realizar el análisis de las imágenes tridimensionales realizadas con la plataforma iE33 de Philips Medial Systems y almacenadas en la estación de trabajo Xcelera (Philips Medial Systems, Andover, Massachusetts). En las imágenes 1 y 2 se observa un ejemplo de las proyecciones tridimensionales de la válvula mitral en sístole y diástole.

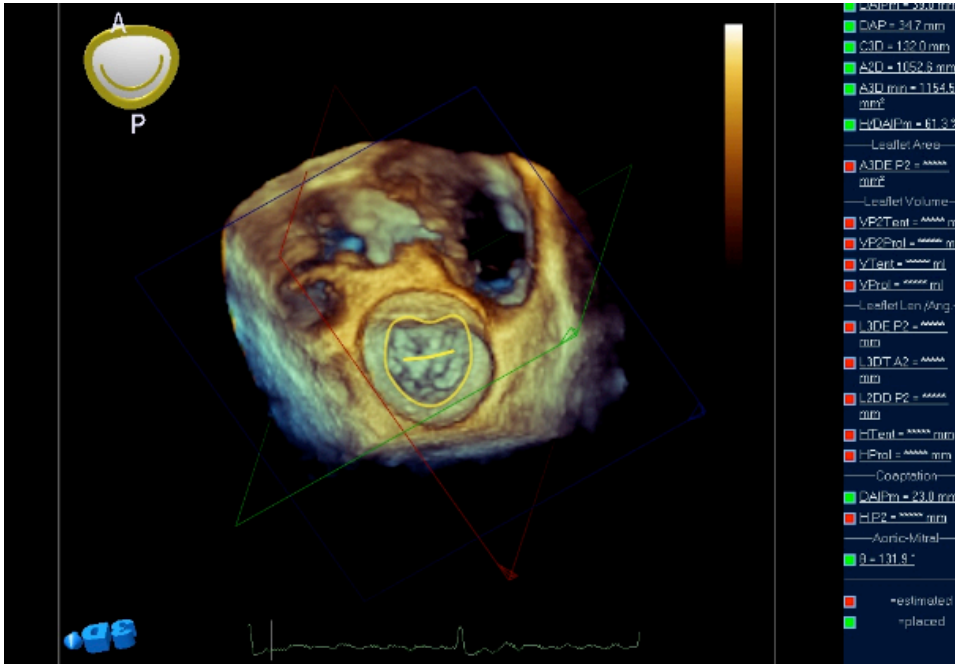


Figura 1. *Proyección tridimensional de la válvula mitral en sístole.*

Los Clips de la válvula mitral elegidos para el análisis fueron aquellos obtenidos en volumen completo que incluía la totalidad de la válvula mitral, el anillo mitral y la válvula aórtica, durante todo el ciclo cardiaco. Posteriormente se inició el estudio de las imágenes utilizando la herramienta de análisis de la válvula mitral QLMVQ (Q-Laboratory Mitral-Valve Quantification Software) del QLAB de Philips Medical Systems Andover, Massachussets.

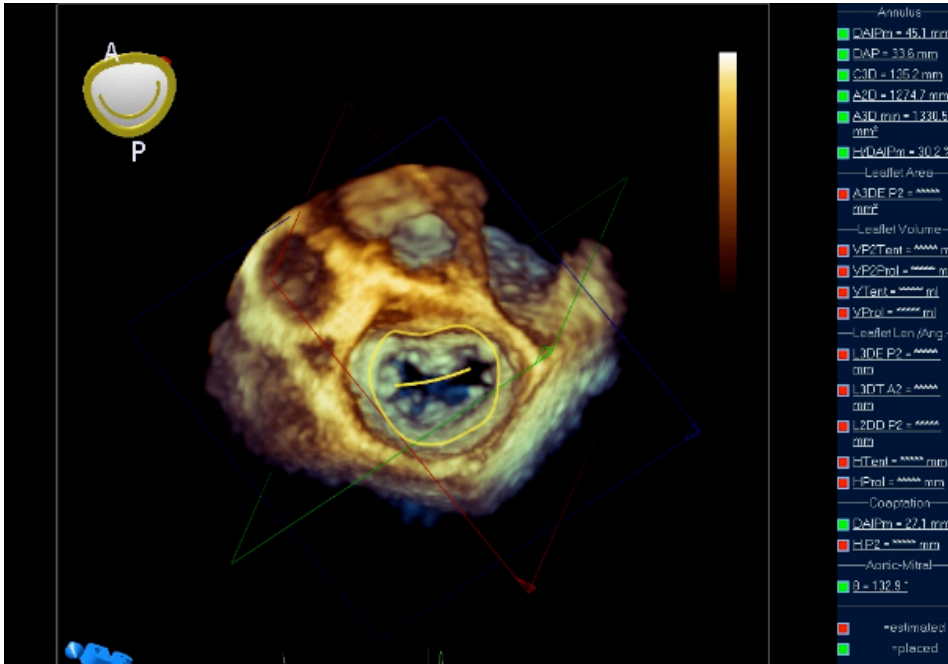


Figura 2. Proyección tridimensional de la válvula mitral en diástole.

Las medidas se realizaron durante 5 momentos diferentes del ciclo cardiaco: Comienzo de Sístole, Mitad de Sístole, Final de Sístole, Mitad de Diástole y Final de Diástole.

El comienzo de la sístole fue definido en el momento de cierre de la válvula mitral. El final de la sístole fue definido en el momento previo a la apertura de la válvula mitral. La mitad de la sístole fue definida entre los dos momentos previamente descritos. El final de la diástole fue definido en el momento antes del cierre de la válvula mitral y la mitad de la diástole fue definida entre el final de la sístole y el final de la diástole. Las mediciones se realizaron en cada uno de estos momentos del ciclo cardiaco.

Primero se realizó la adecuada alineación del anillo mitral en los tres planos ortogonales, posteriormente, se establecieron cuatro puntos de referencia: comisura anterolateral, comisura posteromedial, aspecto anterior y aspecto posterior. La herramienta QLMVQ permitió analizar el anillo en 8 planos y así hacer la marcación de 16 puntos en la circunferencia del anillo, permitiendo su reconstrucción. (Imagen 3 e Imagen 4).

Una vez completada la alineación tridimensional del anillo, el software calculó los parámetros que motivaron el estudio: diámetro anteroposterior (DAP), diámetro intercomisural (D.IComisural), área del anillo, perímetro del anillo, altura del anillo e índice morfológico anular (I.Morf.Anular). Este mismo proceso se repitió para cada momento del ciclo en cada uno de los estudios.

7.8 Plan de análisis estadístico.

Con las variables cuantitativas se realizó una prueba de bondad de ajuste a la distribución normal de probabilidades (Kolmogorov Smirnov para muestras mayores de 50 observaciones o Shapiro –Wilks para muestras de menos de 50 datos). Dada la asimetría observada en la distribución de las observaciones, se decidió utilizar medianas, mínimos y máximos para presentar la información sobre las variables cuantitativas. Se realizaron comparaciones entre grupos utilizando pruebas U de Mann Withney y comparaciones entre momentos de observación al interior de cada grupo utilizando la prueba W de Wilcoxon. Se estableció un valor de 0.1 como valor máximo aceptable para el error tipo I en las pruebas de hipótesis estadísticas.

7.9 Consideraciones éticas.

Se trata de un estudio sin intervención, que lo clasifica como investigación sin riesgo. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Clínica del la Universidad del Rosario. La información aquí descrita se utilizará únicamente con el propósito de investigación.

7.10 Resultados

Los estudios ecocardiográficos analizados fueron 37, 23 de pacientes con insuficiencia mitral isquémica y 14 estudios de pacientes sin insuficiencia mitral. La mayoría de éstos estudios fueron de pacientes de sexo masculino, 67.6%. El 62.2% de toda la población eran hipertensos, 13.5% tenían antecedente de Diabetes Mellitus y el 27% presentaban dislipidemia. En el grupo con insuficiencia mitral isquémica, el 56.5% presentaban disfunción sistólica moderada del ventrículo izquierdo, con una fracción de eyección entre 30% y 44%, seguidos por el grupo que presentaba disfunción sistólica leve, con fracción de eyección entre el 45% y el 54% (21,7%), 17,3% presentaban disfunción sistólica severa, definida como fracción de eyección menor al 30%, y sólo un paciente presentaba fracción de eyección normal. En este mismo grupo, la mayoría fueron clasificados como insuficiencia mitral leve (32.4%), seguidos de los estudios con insuficiencia mitral moderada (18.9%). Sólo el 10.8% de los estudios fueron clasificados como insuficiencia mitral severa.

Comparado con los estudios control, todas las características clínicas fueron similares excepto por la presencia de dilatación de la aurícula izquierda, que se presentó con mayor frecuencia en el grupo de insuficiencia mitral isquémica (65.2%, $p: 0,001$), probablemente relacionado con la repercusión que tiene la sobrecarga de volumen sobre esta cavidad. El 56.5% de los estudios con insuficiencia mitral isquémica tenían disfunción sistólica leve, el 21.7% disfunción moderada y sólo el 4,3% tenían disfunción sistólica severa. Por otra parte, en el grupo control, sólo un paciente presentó disfunción sistólica leve, el resto presentaron función sistólica normal (Tabla 1).

El 36% de los estudios sin insuficiencia mitral, fueron realizados buscando descartar trombos intracavitarios; el resto de estudios fueron realizados con el fin de descartar cortocircuitos. En el grupo de estudios con insuficiencia mitral, el 52.1% de los estudios fueron realizados para seguimiento de su patología, el 43.4% para descartar trombos intracavitarios, y sólo un estudio se realizó para descartar endocarditis.

Tabla 1. *Características demográficas.*

	Control (n:14)	Ins.Mitral Isquémica (n:23)	P *
Edad %			
< 40 años	15,3 (2)	0 (0)	
40-60 años	69,2 (9)	17,3 (4)	
> 60 años	15,3 (2)	82,6 (19)	
Sexo %			
Hombres	53,8 (7)	78,3 (18)	0,15
Mujeres	46,2 (6)	21,7 (5)	
Hipertensión Arterial %	53,8 (6)	73,9 (17)	0,15
Diabetes Mellitus %	0 (0)	21,7 (5)	0,13
Dislipidemia %	23,1 (3)	30,4 (7)	0,7
Grado de Insuficiencia %			
Leve		52,1 (12)	
Moderada		30,4 (7)	
Severa		17,3 (4)	
Fracción de Eyección %			
< 30%	0 (0)	17,3 (4)	
30-44%	0 (0)	56,5 (13)	
45-54%	7,1 (1)	21,7 (5)	
≥ 55%	85,7 (12)	4,3 (1)	
Aurícula Izq. Dilatada %	7,7 (1)	65,2 (15)	0,001

p significativo < 0,1.

7.10.1 Dimensiones geométricas del anillo mitral.

Las medianas de todas las dimensiones geométricas a través de los cinco momentos del ciclo cardiaco se encuentran descritas en la Tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones geométricas del anillo mitral durante cinco momentos del ciclo cardiaco. Insuficiencia mitral isquémica y válvula mitral normal.

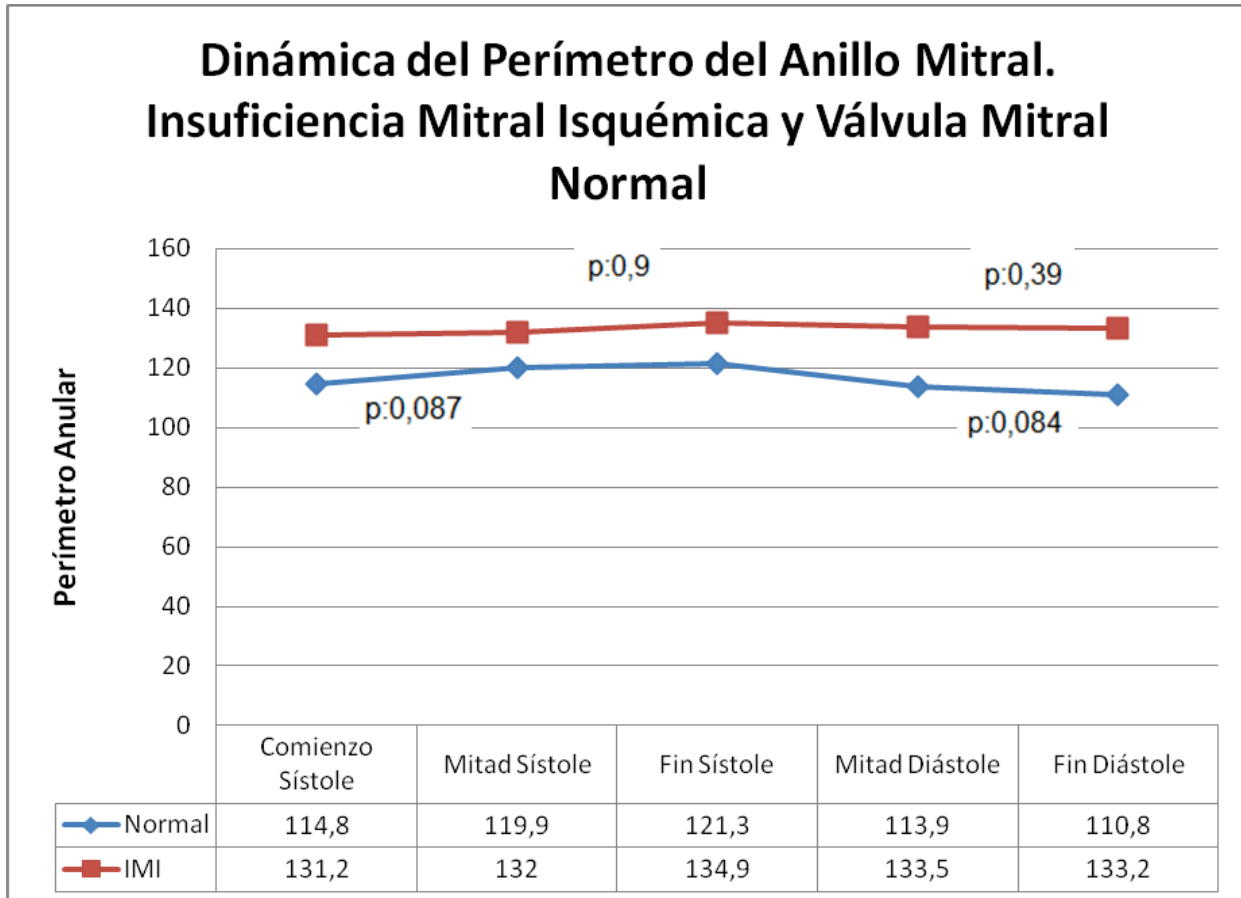
Dimensiones	Comienzo Sístole	Mitad Sístole	Fin Sístole	Mitad Diástole	Fin Diástole
Perímetro (mm)					
Normal	114,8 (103,2-131,7)	119,9 (99,1-135)	121,3 (104-0138)	113,9 (95,2-142)	110,8 (96,1-135,2)
IMI	131,2 (106,2-191,5)	132 (107,6-200,5)	134,9 (107-182)	133,5 (106,7-190,7)	133,2 (102,2-181,6)
P	0,006	0,035	0,017	0,007	0,001
Área (mm ²)					
Normal	864 (686,9-1043)	955,4 (664,8-1204,4)	952,9 (115-1202,2)	924,5 (641-1253,8)	849,4 (652-1275)
IMI	1142,6 (730,9-2570,5)	1176,6 (784,9-2578,7)	1279,1 (784,1-2290,2)	1255,5 (821,8-2220,6)	1206,9 (781-2362)
P	0,002	0,02	0,004	0,002	0,001
DAP (mm)					
Normal	29,5 (24,6-34,4)	31,8 (26,3-36,6)	32,3 (26,4-36,3)	29,8 (24,1-35,7)	29 (24,8-36,1)
IMI	37,3 (25,7-55,2)	35 (26,6-50)	36,3 (26,5-52,6)	35,8 (27,3-50,5)	36,5 (28,1-53)
P	0,001	0,036	0,034	0,001	0,001
D.Icomisural (mm)					
Normal	37,7 (32,1-40,5)	38,1 (33,7-43,6)	37,9 (33,8-43,8)	38 (33,9-46,6)	36,7 (31,6-45,1)
IMI	41,4 (32,8-60,2)	42,1 (34,5-52,2)	42,7 (32,7-54,5)	41 (35,4-57,5)	41,4 (29,9-55,3)
P	0,007	0,01	0,014	0,019	0,005
Altura (mm)					
Normal	8,9 (3,9-12,2)	8,6 (6,4-10,9)	8 (6,1-15,2)	8,2 (3-12,2)	6,5 (3,9-9,8)
IMI	8,7 (3-13)	7,9 (5,5-18,3)	8,5 (2,9-13,4)	7,1 (0,4-22,3)	7,6 (3,9-13,2)
P	0,82	0,88	0,7	0,64	0,24
I.MorfAnular (%)					
Normal	40 (16-53)	37 (25-49)	36 (25-64)	33 (0,3-60)	30 (16-45)
IMI	34 (11-55)	34 (21-61)	34 (13-55)	29% (7,8-69,8)	29,7 (14,5-50)
P	0,09	0,50	0,15	0,50	0,92

Datos expresados como medianas, con máximos y mínimos. P significativa < 0.1, diferencias entre válvula mitral normal y válvula con insuficiencia mitral isquémica. IMI: Insuficiencia mitral isquémica. DAP: Diámetro anteroposterior. D.IComisural: Diámetro intercomisural. I.Morf.Anular: índice morfológico anular.

En el grupo control, se observó que las menores dimensiones del anillo (área, perímetro y diámetros) ocurren hacia el final de la diástole, presentando posterior a esto un incremento durante la sístole. El anillo mitral presentó un aumento significativo del perímetro desde el comienzo de la sístole a la mitad de la sístole (p: 0.087), posterior a esto, el aumento del perímetro fue progresivo pero sin cambios

significativos entre la mitad y el final de la sístole (p: 0.6), momento en el cual alcanzó su máximo perímetro (Gráfica 1).

Gráfica 1.

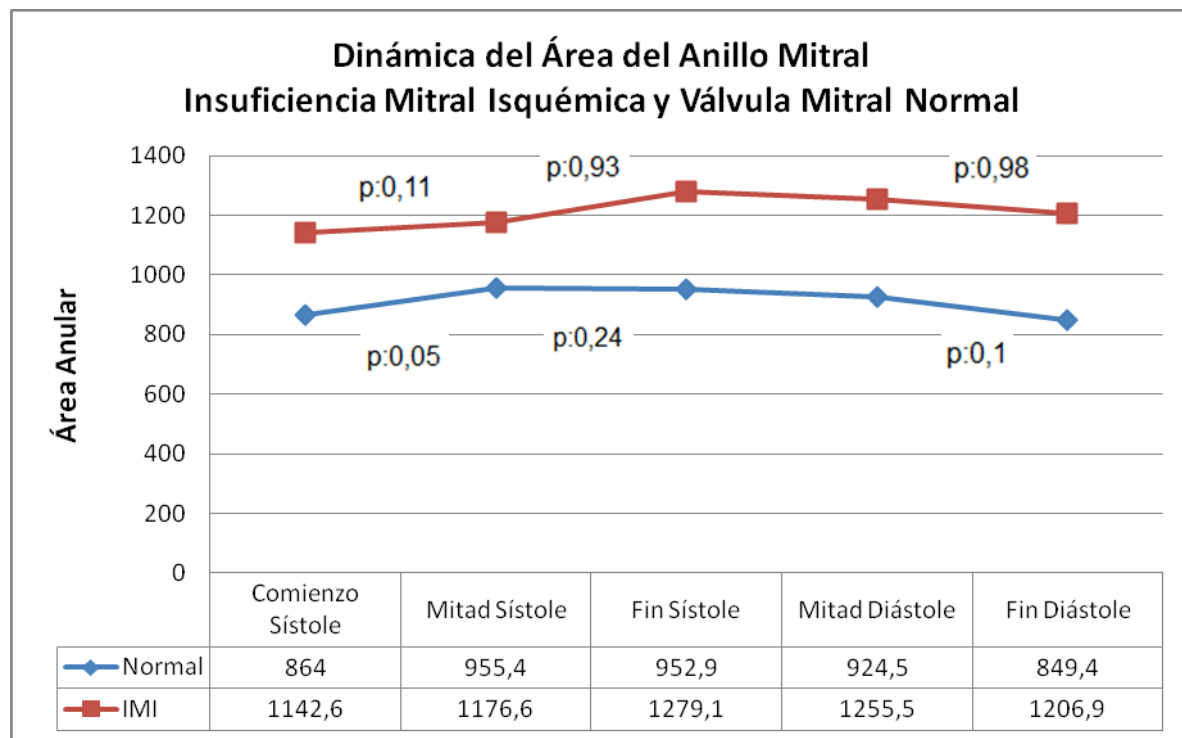


IMI: Insuficiencia mitral isquémica.

P significativa < 0,1. Diferencias entre los momentos del ciclo cardiaco en cada grupo.

El área presentó el mismo comportamiento, con su menor dimensión al final de la diástole, aumentando progresivamente hasta alcanzar su máxima dimensión al final de la sístole. Los cambios en el área también fueron significativos sólo entre el comienzo y la mitad de la sístole (p: 0,055) (Gráfica 2).

Gráfica 2.



IMI: Insuficiencia mitral isquémica.

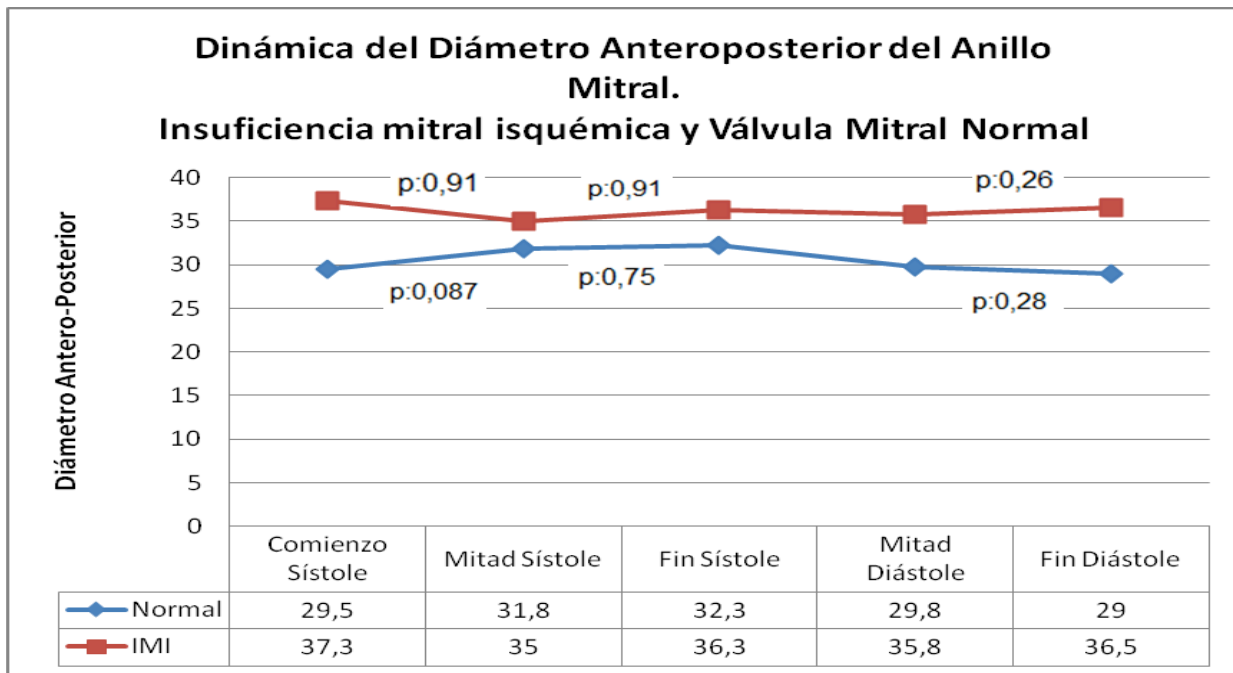
P significativa < 0,1. Diferencias entre los momentos del ciclo cardiaco en cada grupo.

Tanto el área como el perímetro, disminuyeron progresivamente en diástole, hasta alcanzar su dimensión más pequeña al final de la diástole, con cambios significativos entre los dos momentos de éste periodo (p: 0.084 y p: 0.1, respectivamente) (Gráfica 1 y Gráfica 2).

El diámetro anteroposterior y el diámetro intercomisural tuvieron el mismo comportamiento, aumentaron progresivamente en sístole, con cambios significativos únicamente en el diámetro anteroposterior, entre el comienzo y la mitad de la sístole (p: 0.087) (Gráfica 3 y Gráfica 4).

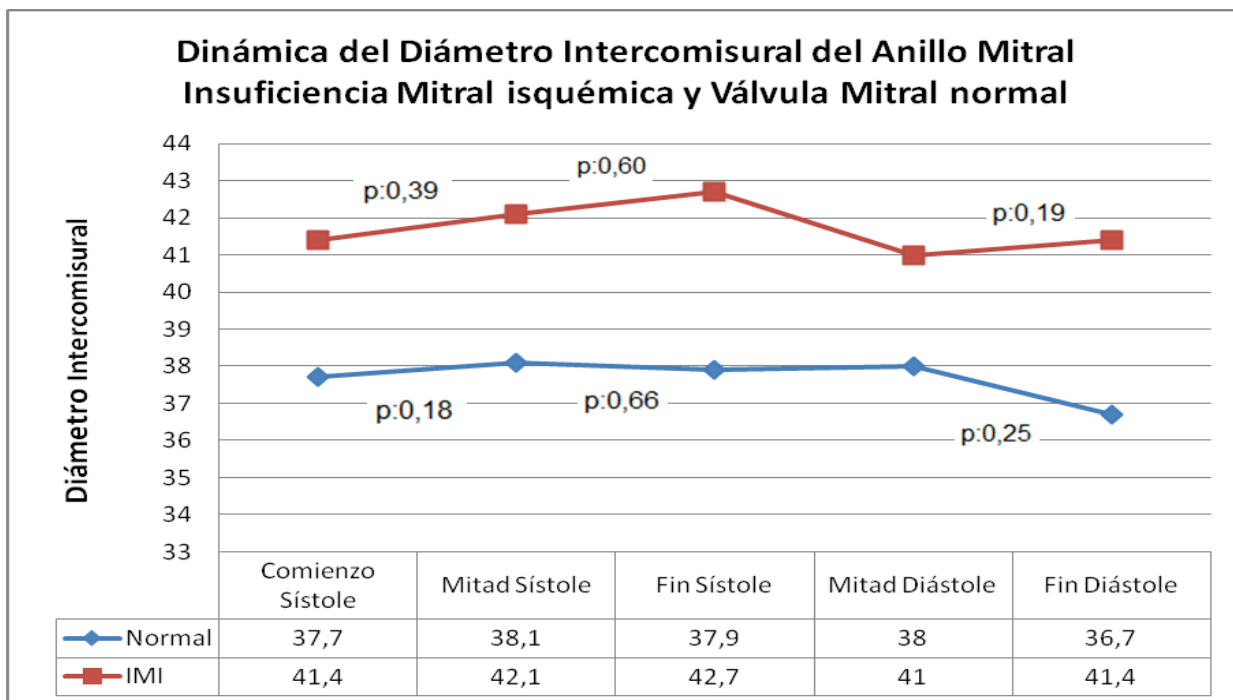
La altura del anillo presentó su máxima dimensión al comienzo de la sístole, con disminución progresiva, pero con cambios significativos sólo durante la diástole, alcanzando su menor dimensión hacia el final de este periodo (Gráfica 5). La conformación en silla de montar que esta expresada por el índice morfológico anular, fue más acentuada al comienzo de la sístole, sin presentar cambios significativos de momento a momento (Gráfica 6).

Gráfica 3.



IMI: Insuficiencia mitral isquémica. P significativa < 0,1. Diferencias entre los momentos del ciclo cardiaco en cada grupo.

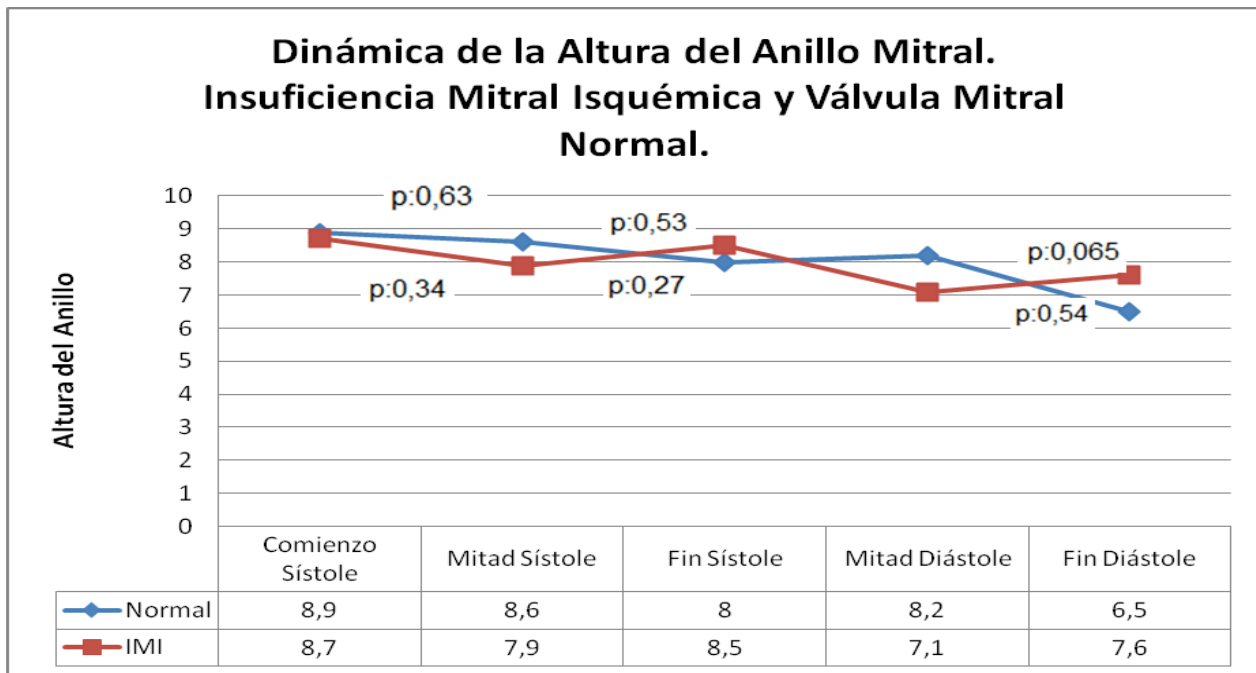
Gráfica 4.



IMI: Insuficiencia mitral isquémica.

P significativa < 0,1. Diferencias entre los momentos del ciclo cardiaco en cada grupo.

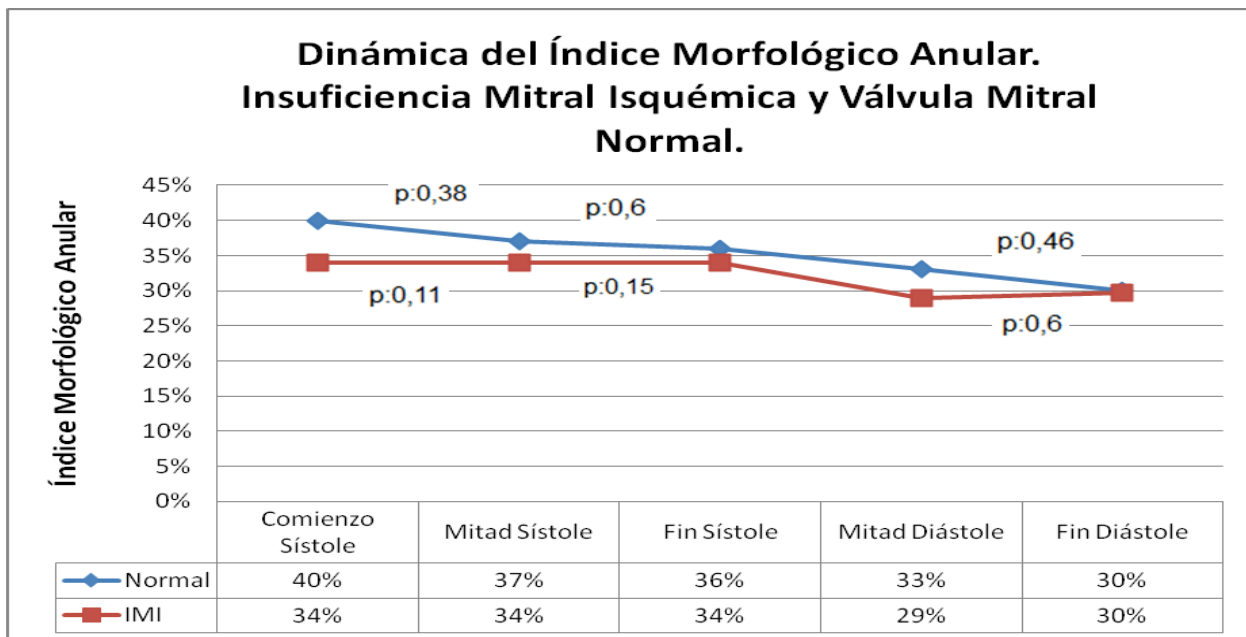
Gráfica 5.



IMI: Insuficiencia mitral isquémica.

P significativa < 0,1. Diferencias entre los momentos del ciclo cardiaco en cada grupo.

Gráfica 6.



IMI: Insuficiencia mitral isquémica. P significativa < 0,1. Diferencias entre los momentos del ciclo cardiaco en cada grupo.

En el grupo con insuficiencia mitral isquémica, el anillo mitral se comportó de una manera más estática, presentando su menor perímetro al comienzo de la sístole, con cambios que solo fueron significativos entre el comienzo y la mitad de la sístole ($p: 0,030$) (Gráfica 1).

Los cambios del área y del diámetro intercomisural no fueron significativos ($p > 0,1$) (Gráfica 2 y Gráfica 4). La altura del anillo y el índice morfológico anular presentaron su menor dimensión durante la diástole, con un comportamiento muy estacionario durante toda la sístole (Gráfica 5 y Gráfica 6).

Los valores de p descritos en las Gráficas 1 – 6, corresponden a la comparación de las variables geométricas entre los momentos del ciclo cardiaco tanto en insuficiencia mitral isquémica, como en la válvula mitral normal.

7.10.2 Comparación de la dinámica del anillo en insuficiencia mitral isquémica con la dinámica del anillo mitral sin insuficiencia.

Al comparar las dimensiones geométricas entre los dos grupos, se encontró que el perímetro del anillo, el área y los diámetros anteroposterior e intercomisural, así como el índice morfológico anular, fueron mayores en los cinco momentos del ciclo cardiaco, en el grupo de estudios de pacientes con insuficiencia mitral isquémica, con una diferencia significativa en todas estas variables ($p < 0.1$) (Tabla 2).

Al comparar cada variable, en cada momento del ciclo cardiaco, se encontró que en sístole, la mayor diferencia significativa al evaluar el perímetro anular, se presentó en el comienzo de la sístole ($p: 0.006$). En cuanto al área anular, la mayor diferencia significativa entre los dos grupos ocurrió al final de la sístole ($p:0.004$). Por otro parte, las diferencias en los diámetros anteroposterior e intercomisural tuvieron mayor significancia al comienzo de la sístole ($p: 0.001$ y $p: 0.007$, respectivamente).

La altura del anillo fue menor en el grupo de estudios de pacientes con insuficiencia mitral isquémica, sin embargo, dicha diferencia comparado con el grupo control, no fue significativa ($p > 0.1$).

El índice morfológico anular fue menor en el grupo de insuficiencia mitral isquémica, aunque dicha diferencia sólo fue significativa al comienzo de la sístole ($p:0.087$) (Tabla 2).

7.11 Discusión.

La complejidad del aparato valvular mitral ha sido estudiada desde hace muchos años y se ha aceptado que su adecuado funcionamiento depende de que la integridad e interacción de todos sus componentes ocurra de manera efectiva. El anillo mitral como se comentó anteriormente hace parte importante de dicho complejo valvular. La dinámica de la geometría del anillo mitral ha sido estudiada en diferentes patologías y la cardiopatía isquémica no es su excepción. Desde hace muchos años, el manejo de la insuficiencia mitral isquémica está basado en la revascularización y la anuloplastia, sin embargo, la gran recurrencia de insuficiencia posterior al procedimiento es evidente. Pareciera que faltaran algunos terrenos por explorar referentes a la fisiología del anillo, que producen baches en el conocimiento, no nos permiten acercarnos a la perfección en el manejo de esta patología, y por eso es motivo de estudio en esta oportunidad.

En este estudio se describió la dinámica del anillo en 37 pacientes llevados a ecocardiograma transesofágico, 14 estudios sin insuficiencia mitral y 23 estudios con insuficiencia mitral isquémica. A pesar de haber analizado tres estudios menos, (tamaño de muestra calculado en 40 estudios) el poder del estudio no se vio seriamente afectado. Dentro del grupo control, se encontró que analizando únicamente la sístole, las menores dimensiones del anillo se producen al comienzo de la sístole, hallazgos que se correlacionan con otros estudios publicados anteriormente (18). El menor diámetro anteroposterior durante este momento de la sístole es probablemente uno de los factores que protege contra la insuficiencia mitral precoz, por favorecer el acercamiento de las valvas. Éstos hallazgos difieren de los resultados publicados en el estudio de Jeffrey J. Silbiger et al (4), quienes describieron que la mayor contracción anular no se produce en la comienzo de la sístole, sino en la mitad de este periodo. El área del anillo se recupera o aumenta hacia la mitad y final de la sístole llegando a ser incluso mayor que en la diástole. Hay publicaciones que han interpretado este aumento anular en sístole, como secundario a una tracción anular producida por las fibras longitudinales del miocardio (18). Se cree que el aumento del área en esta fase del ciclo no aumenta del riesgo de insuficiencia ya que para este momento las fuerzas favorecidas por el aumento de la presión intraventricular ejercen un papel importante contribuyendo con el cierre adecuado de la válvula (35). La forma en silla de montar analizada mediante el índice morfológico anular, se acentúa durante toda la sístole, especialmente al comienzo de este periodo, siendo este también un mecanismo que protege contra la insuficiencia,

debido a que la porción más central de las valvas se encuentra más apical y por esto expuestas a menor tracción de las cuerdas.

En el grupo de insuficiencia mitral isquémica, se pudo observar que el anillo mitral es muy estático. La menor dimensión del anillo durante la sístole ocurre hacia la mitad de este periodo y no al comienzo como ocurre en el grupo control, lo que puede favorecer la insuficiencia, al producirse una disminución en el acercamiento de las valvas en este momento del ciclo cardiaco.

Todas las dimensiones del anillo están aumentadas en este grupo, comparadas con las dimensiones del anillo en el grupo control, hallazgo que está de acuerdo con lo descrito en la literatura. (35).

Se encontró que los anillos en el grupo con insuficiencia mitral isquémica eran más planos comparados con los anillos del grupo control, favorecido esto por una menor altura anular durante todo el ciclo cardiaco, aunque con diferencia no significativa ($p > 0.1$). Este hallazgo también fue descrito previamente por Watanabe, et al (9) quienes compararon los anillos de pacientes con IAM anterior e infarto AM inferior, encontrando una mayor alteración en la morfología de los anillos de los pacientes del primer grupo, quienes presentaban anillos más planos. También se encontró una disminución del índice morfológico anular en los pacientes con insuficiencia mitral, demostrando una pérdida en la forma usual del anillo en silla de montar, lo que también favorece el mal funcionamiento de la válvula en este grupo de pacientes.

Se encontró que la menor dimensión del anillo en el grupo sin insuficiencia ocurre al final de la diástole, lo que podría explicar la interacción que existe entre la auricular izquierda y el anillo mitral en el momento de la contracción auricular. En el grupo de insuficiencia mitral isquémica esta disminución en las dimensiones del anillo durante esta fase del ciclo cardiaco no es tan marcada probablemente favorecida por una contracción auricular menos efectiva en pacientes con insuficiencia mitral isquémica.

Como se pudo observar, los resultados del presente estudio muestran la importancia de la contracción anteroposterior del anillo y la conservación de su morfología en silla de montar, como factores que podrían prevenir la insuficiencia mitral, especialmente en las fases iniciales de la sístole. Se deberá continuar trabajando en el diseño de anillos flexibles, que permitan ser modificados por las diferentes fuerzas que buscan disminuir la insuficiencia. No bastará con implementar anillos que reduzcan de manera estática los diámetros, sino que éstos deberán ser anillos inteligentes, que sean dinámicos a lo

largo de todo el ciclo cardiaco, permitiendo una reducción en el diámetro anteroposterior al comienzo y mitad de la sístole como ocurre en pacientes sanos. También deberán ser anillos que conserven la morfología en silla de montar, especialmente en las fases iniciales de la sístole.

7.12 Limitaciones.

El número de estudios analizados fue pequeño. Esto ocurrió debido a que la ecocardiografía tridimensional es una tecnología relativamente nueva en nuestro país, que no es necesaria en todos los casos, y por eso, fueron pocos los estudios que tenían imágenes tridimensionales. Además, la reconstrucción del anillo mitral requiere que las imágenes adquiridas en el estudio sean de muy buena calidad, y existen muchos factores que pueden influir negativamente en la adquisición de las imágenes, entre ellos, que el paciente presente arritmia, polipnea, que se mueva o que a pesar de ser un estudio transesofágico la ventana acústica no sea favorable. Debido a estos factores muchos estudios no presentaban la calidad necesaria y no pudieron ser incluidos.

La mayoría de los estudios en el grupo con insuficiencia, presentaban insuficiencia de grado leve lo cual probablemente influyó en el hecho de no encontrar diferencias significativas en la medición de la altura y el índice morfológico anular entre los dos grupos.

El análisis de la dinámica del anillo sólo fue posible realizarlo en cinco momentos del ciclo cardiaco. Será necesario la implementación de otro mecanismo que permita un análisis más completo y continuo de todo el ciclo cardiaco.

7.13 Conclusiones.

- El anillo mitral en los pacientes estudiados sin insuficiencia se comportó como una estructura dinámica.
- El anillo mitral de los pacientes estudiados con insuficiencia mitral isquémica se comportó como una estructura muy estática.
- El anillo mitral en los pacientes estudiados sin insuficiencia, presentó sus menores dimensiones al comienzo de la sístole.
- El anillo mitral en los pacientes estudiados sin insuficiencia mitral isquémica conservó la forma en silla de montar durante todo el ciclo.
- Todas las variables geométricas exceptuando la altura del anillo, fueron mayores en los pacientes estudiados con insuficiencia mitral isquémica.
- En los pacientes estudiados con insuficiencia mitral isquémica, la menor dimensión del diámetro anteroposterior no ocurrió en el comienzo de la sístole como ocurrió en el grupo de pacientes sin insuficiencia.
- El anillo mitral en los pacientes estudiados con insuficiencia mitral isquémica, perdió altura, siendo un anillo más plano, perdiendo su forma en silla de montar y favoreciendo así la insuficiencia.

8. Cronograma

	FEB-MAR 2012	ABR-MAY	JUN-JUL	AGO-SEP	OCTUBRE
Pregunta de Investigación					
Elaboración del Protocolo					
Reclutamiento de Pacientes					
Análisis de las Imágenes					
Análisis de Resultados					

9. Presupuesto

Elaboración del Protocolo	Papelería	\$ 40.000
	Tinta de Impresión	\$ 100.000
Reclutamiento de Pacientes		\$ 0
Análisis de Imágenes	Papelería	\$ 20.000
Análisis de Resultados		\$ 0
TOTAL		\$ 160000

Referencias bibliográficas

1. Grigioni F, Enriquez Sorano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik AJ. Ischemic mitral regurgitation: long-term implications and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation* 2001; 103:1759-64.
2. Edwin C. Mc Gee, Jr, A. Marac Gillinov, Eugene H. Blackstone, Jeevananatham Rajeswaran, Gideon Cohen, Farzad Najam, et al. Recurrent mitral regurgitation after annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004; 128:916-24.
3. Williams. P, Warwick R. Corazón. *Anatomía de Gray.* Churchill Livingstone. Madrid, 1992. p. 715-17.
4. Silbiger, J. Mechanistic Insights into Ischemic Mitral Regurgitation: Echocardiographic and Surgical Implications. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24:707-19.
5. Braunwald, E, Libby P, Bonow, R, Mann, D, Zipes, D. *Cardiopatías valvulares.* Otto C, Bonow R. *Tratado de Cardiología.* Elsevier Saunders. Barcelona, 2009. p. 1657-61.
6. Aklog L, Filsoufi F, Flores KQ, Chen RH, Cohn LH, Nathan NS, et al. Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation* 2001; 104 (suppl):I-68-75.
7. Levine RA, Schwammenthal E. Ischemic mitral regurgitation on the threshold of a solution: from paradoxes to unifying concepts. *Circulation* 2005; 112:745-58.
8. Lansac E, Khean Hiang Lim, Yu Shomura, Wolfgang A. Goetz, Hou Sen Lim, Nolan T. Rice, et al. Dynamic balance of the aortomitral junction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123:911-8.
9. Nozomi Watanabe, Yasuo Ogasawara, Yasuko Yamaura, Nozomi Wada, Takahiro Kawamoto, Eiji Toyota, et al. 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. I-458-I462.

10. Mihalatos DG, Mathew ST, Gopal AS, Joseph S, Grimson R, Reichek N. Relationship of mitral annular remodeling to severity of chronic mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19:76-82.
11. He S, Lemmon JD, Weston MW, Jensen MO, Levine RA, Yoganathan AP. Mitral valve compensation for annular dilatation: in vitro study into the mechanisms of functional mitral regurgitation with and adjustable annulus model. *J Heart valve Dis* 1999;8:294-302.
12. Jun Kwan, MD; Takahiro Shiota, MD; Deborah A. Agler, RDCS; Zoran B. Popovic, MD; Jian Xin Qin, MD; Marc A. Gillinov, MD, et al. Geometric Differences of the Mitral Apparatus Between ischemic and Dilated Cardiomyopathy with Significant Mitral Regurgitation. *Circulation*. 2003; 107:1135-1140.
13. Daniel B. Ennis, Gabriel R. Rudd-Barnard,MS; Bo Li, PhD; Carissa G. Fonseca, Alistari A. Young; Brett R. Cowan, et al. Changes in Mitral Annular Geometry and Dynamics With B blockade in Patients With Degenerative Mitral Valve Disease. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3:687-693.
14. C. Carhall, K. Kindberg, L. Wigstrom, G.T. Daughters, D.C. Miller, M. Karlsson, et al. Contribution of mitral annular excursion and shape dynamics to total left ventricular volume change. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 287:H1836-H1841, 2007.
15. Tibayan FA, Karlsson M, Glasson JR, Rodriguez F, Daughters GT, Miller DC, et al. Mitral annular regional contribution to filling after ring annuloplasty. *Circulation* 106:II 687,2002.
16. Frederick A. Tibayan F, MD, Filiberto Rodriguez, MD, Frank Langer, MD, Mary K, Zasio, BS, Lynn Bailey AS, et al. Annular Remodeling in Chronic ischemic Mitral Regurgitation: Ring Selection Implications. *Ann Thorac Surg* 2003;76:1549-55.
17. Kaplan SR, Bashein G, Sheehan FH, Legget ME, Munt B, Li Xn. Three-dimensional echocardiographic assessment of annular shape changes in the normal and regurgitant mitral valve. *Am Heart J* 2000;139:378-87.
18. Jasmine Grewal, MD; Rakesh Suri, MD DPhil; Sunil ;Mankad, MD; Akiko Tanaka, MD; Douglas W. Mahoney, MS; Hartzell V. Schaff, MD, et al. Mitral Annular Dynamics in

Myxomatous valve Disease. New insights With Real-Time 3-dimensional Echocardiography. *Circulation*. 2010; 121:1423-1431.

19. Otto C. Valvular Regurgitation. *Textbook of Clinical Echocardiography*, 4ed Saunders Elsevier, Philadelphia, 2004. p. 292-319.

20. Poutanen T, Tikanoja T, Sairanen H, Jokinen E. Normal mitral and aortic valve areas assessed by three and two dimensional echocardiography in 168 children and Young adults. *Pediatr Cardiol* 2006; 27:217-25.

21. David TE, Komeda M, Pollick CM, Burns RJ. Mitral valve annuloplasty: the effect of the type on left ventricular function. *Ann thorac Surg* 1989; 47:524-7.

22. Jensen MO, Jensen H, Levine RA, Yoganathan AP, Andersen NT, Nygaard H, et al. Saddle-Shaped mitral valve annuloplasty rings improve leaflet coaptation geometry. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 142:697-703.

23. Hung J, Lampros Papakostas, Stephen A. Tahta, Bruce G. Hardy, Bruce A. Bollen, Carlos M. Duran, et al. Mechanism of recurrent ischemic mitral regurgitation after annuloplasty: continued LV remodeling as a moving target. *Circulation* 2003; 110: II-85-II190.

24. Magne J, MSc; Philippe Pibarot DVM, PhD; Francois Dagenais, MD, FRCS; Zeineb Hachicha, MD; Jean G. Dumesnil, FRCPC; Mario Senechal, MD, FRCPC. Preoperative posterior leaflet angle accurately predicts outcome after restrictive valve annuloplasty for ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2007;115:782-91.

25. Kongsarepong V, Shiota M, Gillinov AM, Song JM, Fukuda S, Mc Carthy PM, et al. Echocardiographic predictors of successful versus unsuccessful mitral valve repair in ischemic mitral regurgitation. *Am J cardiol* 2006;98:504-8.)

26. Dall Agata A, Taams MA, Fioretti PM, Roelandt JR, Van Herwerden LA, et al. Cosgrove-Edwards mitral ring dynamics measured with transesophageal three-dimensional echocardiography. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:485-90.
27. Gillinov Am, et al. Cosgrove-Edwards annuloplasty system: midterm results. *Ann thorac Surg.* 2000,69:717-1.
28. Glasson JR, MD, G. Randall Green, MD, J Francisco Nistal, MD, Paul Dagum, MD, Masashi Komeda, MD, PhD, George T. Daughters, MS, et al. Mitral anular size and shape in sheep with annuloplasty rings. *J Thorac cardiovasc Surg.* 1999;117:302-9.
29. Green GR, Dagum P, Glasson JR, Nistal JF, Daughters GT, Ingels NB, et al. Restricted posterior leaflet motion following mitral ring annuloplasty. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:2100-6.
30. Paul Dagum, Tomasz Timek, G. Randall Green, George T. Daughters, David Liang, Neil B. Ingels, et al. Three-dimensional geometric comparison of partial and complete flexible mitral annuloplasty rings. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 122:665-673.
31. Sagit Ben Zekry, MD, Roberto M. Lang, MD, Lissa Surgeng, MD, Marti L, McCulloch, RDCS, Lynn Weinert, MD, et al. Mitral annulus dynamics early after valve repair: preliminary observations of the effect of resectional versus non-resectional aproches. *J Am Soc Echocardiogr* 2011,24:1233-42.
32. Christiane Gruner, MD, Harry Rakowski, MD. Mitral Valve Repair an Annular Motion: Is Less Really more? Editorial Comment. *J Am Soc Echocardiogr* 2011. Nov. 1243-1244.
33. Maisano F, Torracca L, Oppizzi M, Stefano PL, D'Addario G, La Canna G, et al. The edge-to-edge technique: a simplified method to correct mitral insufficiency. *Eur J cardiothorac Surg* 1998;13:240-5.

34. Feldman T, Kar S, Rinaldi M, Fail P, Hemiller J, Smalling R, et al. Percutaneous mitral repair with the MitraClip system. Safety and midterm durability in the EVEREST (Endovascular Valve Edge-to-Edge Repair Study) cohort. *J Am coll Cardiol* 2009;54:686-94.

35. Enriquez Sarano M, Frye RL. Mitral valve diseases. In: Willerson JT, Cohn JN, Wellens HJJ, Holmes DR, eds. *Cardiovascular Medicine*. 3rd ed. London, UK: Springer-Verlag; 2007:397-430.

Anexo 1. Variables a estudio.

VARIABLE	DEFINICIÓN	CODIFICACIÓN	
EDAD	Años cumplidos.	< 40 años: 0 40 – 60: 1 > 60: 2	888: SIN DATO.
GÉNERO	Sexo.	Hombre: 1 Mujer: 2	888: SIN DATO.
ANT. HTA	Presencia de enfermedad.	Si: 1 No: 0	888: SIN DATO.
ANT. DM	Presencia de enfermedad.	Si: 1 No: 0	888: SIN DATO.
ANT. DISLIPIDEMIA	Presencia de enfermedad.	Si: 1 No: 0	888: SIN DATO.
FRACCIÓN DE EYECCIÓN (FE%)	Severidad del compromiso de la función sistólica del Ventrículo Izquierdo.	Normal: FE \geq 55%: 0 Leve: FE 45 – 55%: 1 Moderada: FE 30 – 44%: 2 Severa: FE < 30%: 3	888: SIN DATO.
GRADO DE INSUF. MITRAL	Severidad del compromiso de la válvula mitral.	Sin insuficiencia: 0 Leve: 1 Moderada: 2 Severa: 3	888: SIN DATO.
DILATACIÓN DE LA AI	Presencia o no de dilatación de la aurícula izquierda.	Si: 1 No: 0	888: SIN DATO.
PERÍMETRO ANULAR	Medida del contorno del anillo mitral, en milímetros.		888: SIN DATO.
ÁREA ANULAR	Medida de la superficie que comprende el anillo mitral, en mm ² .		888: SIN DATO.
DIÁMETRO AP	Medida de la distancia entre el aspecto anterior y posterior del anillo, en milímetros.		888: SIN DATO.
DIÁMETRO INTERCOMISURAL	Medida de la distancia entre la comisura posteromedial y la comisura anterolateral, en milímetros.		888: SIN DATO.
ALTURA ANULAR	Medida de la distancia entre la base del anillo y su porción más apical, en milímetros.		888: SIN DATO.
ÍNDICE MORF. ANULAR	Relación entre la altura del anillo y el diámetro intercomisural.		888: SIN DATO.

Anexo 2. Instrumento.

Fecha: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: F M

SC: _____

ANTECEDENTES:

HTA: _____ Diabetes Mellitus _____ Dislipidemia _____

Insuficiencia mitral: LEVE _____ MODERADA _____ SEVERA _____

Fracción de Eyección: $\geq 55\%$ _____ 45-54% _____ 30-44% _____

< 30% _____

Aurícula izquierda dilatada: Si _____ No _____

ANILLO MITRAL:

Diámetro AP: _____ Diámetro Intercomisural: _____

Área: _____ Perímetro: _____ Altura: _____

Referencias bibliográficas

1. Grigioni F, Enriquez Sorano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik AJ. Ischemic mitral regurgitation: long-term implications and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation* 2001; 103:1759-64.
2. Edwin C. Mc Gee, Jr, A. Marac Gillinov, Eugene H. Blackstone, Jeevananatham Rajeswaran, Gideon Cohen, Farzad Najam, et al. Recurrent mitral regurgitation after annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004; 128:916-24.
3. Williams. P, Warwick R. Corazón. Anatomía de Gray. Churchill Livingstone. Madrid, 1992. p. 715-17.
4. Silbiger, J. Mechanistic Insights into Ischemic Mitral Regurgitation: Echocardiographic and Surgical Implications. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24:707-19.
5. Braunwald, E, Libby P, Bonow, R, Mann, D, Zipes, D. Cardiopatías valvulares. Otto C, Bonow R. Tratado de Cardiología. Elsevier Saunders. Barcelona, 2009. p. 1657-61.
6. Aklog L, Filsoufi F, Flores KQ, Chen RH, Cohn LH, Nathan NS, et al. Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation* 2001; 104 (suppl):I-68-75.
7. Levine RA, Schwammenthal E. Ischemic mitral regurgitation on the threshold of a solution: from paradoxes to unifying concepts. *Circulation* 2005; 112:745-58.
8. Lansac E, Khean Hiang Lim, Yu Shomura, Wolfgang A. Goetz, Hou Sen Lim, Nolan T. Rice, et al. Dynamic balance of the aortomitral junction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123:911-8.
9. Nozomi Watanabe, Yasuo Ogasawara, Yasuko Yamaura, Nozomi Wada, Takahiro Kawamoto, Eiji Toyota, et al. 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. I-458-I462.

10. Mihalatos DG, Mathew ST, Gopal AS, Joseph S, Grimson R, Reichek N. Relationship of mitral annular remodeling to severity of chronic mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19:76-82.
11. He S, Lemmon JD, Weston MW, Jensen MO, Levine RA, Yoganathan AP. Mitral valve compensation for annular dilatation: in vitro study into the mechanisms of functional mitral regurgitation with an adjustable annulus model. *J Heart Valve Dis* 1999;8:294-302.
12. Jun Kwan, MD; Takahiro Shiota, MD; Deborah A. Agler, RDCS; Zoran B. Popovic, MD; Jian Xin Qin, MD; Marc A. Gillinov, MD, et al. Geometric Differences of the Mitral Apparatus Between ischemic and Dilated Cardiomyopathy with Significant Mitral Regurgitation. *Circulation*. 2003; 107:1135-1140.
13. Daniel B. Ennis, Gabriel R. Rudd-Barnard, MS; Bo Li, PhD; Carissa G. Fonseca, Alistari A. Young; Brett R. Cowan, et al. Changes in Mitral Annular Geometry and Dynamics With B Blockade in Patients With Degenerative Mitral Valve Disease. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3:687-693.
14. C. Carhall, K. Kindberg, L. Wigstrom, G.T. Daughters, D.C. Miller, M. Karlsson, et al. Contribution of mitral annular excursion and shape dynamics to total left ventricular volume change. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 287:H1836-H1841, 2007.
15. Tibayan FA, Karlsson M, Glasson JR, Rodriguez F, Daughters GT, Miller DC, et al. Mitral annular regional contribution to filling after ring annuloplasty. *Circulation* 106:II 687, 2002.
16. Frederick A. Tibayan F, MD, Filiberto Rodriguez, MD, Frank Langer, MD, Mary K, Zasio, BS, Lynn Bailey AS, et al. Annular Remodeling in Chronic Ischemic Mitral Regurgitation: Ring Selection Implications. *Ann Thorac Surg* 2003;76:1549-55.
17. Kaplan SR, Bashein G, Sheehan FH, Legget ME, Munt B, Li Xn. Three-dimensional echocardiographic assessment of annular shape changes in the normal and regurgitant mitral valve. *Am Heart J* 2000;139:378-87.
18. Jasmine Grewal, MD; Rakesh Suri, MD DPhil; Sunil Mankad, MD; Akiko Tanaka, MD; Douglas W. Mahoney, MS; Hartzell V. Schaff, MD, et al. Mitral Annular Dynamics in

Myxomatous valve Disease. New insights With Real-Time 3-dimensional Echocardiography. *Circulation*. 2010; 121:1423-1431.

19. Otto C. Valvular Regurgitation. *Textbook of Clinical Echocardiography*, 4ed Saunders Elsevier, Philadelphia, 2004. p. 292-319.

20. Poutanen T, Tikanoja T, Sairanen H, Jokinen E. Normal mitral and aortic valve areas assessed by three and two dimensional echocardiography in 168 children and Young adults. *Pediatr Cardiol* 2006; 27:217-25.

21. David TE, Komeda M, Pollick CM, Burns RJ. Mitral valve annuloplasty: the effect of the type on left ventricular function. *Ann thorac Surg* 1989; 47:524-7.

22. Jensen MO, Jensen H, Levine RA, Yoganathan AP, Andersen NT, Nygaard H, et al. Saddle-Shaped mitral valve annuloplasty rings improve leaflet coaptation geometry. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 142:697-703.

23. Hung J, Lampros Papakostas, Stephen A. Tahta, Bruce G. Hardy, Bruce A. Bollen, Carlos M. Duran, et al. Mechanism of recurrent ischemic mitral regurgitation after annuloplasty: continued LV remodeling as a moving target. *Circulation* 2003; 110: II-85-II190.

24. Magne J, MSc; Philippe Pibarot DVM, PhD; Francois Dagenais, MD, FRCS; Zeineb Hachicha, MD; Jean G. Dumesnil, FRCPC; Mario Senechal, MD, FRCPC. Preoperative posterior leaflet angle accurately predicts outcome after restrictive valve annuloplasty for ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2007;115:782-91.

25. Kongsarepong V, Shiota M, Gillinov AM, Song JM, Fukuda S, Mc Carthy PM, et al. Echocardiographic predictors of successful versus unsuccessful mitral valve repair in ischemic mitral regurgitation. *Am J cardiol* 2006;98:504-8.)

26. Dall Agata A, Taams MA, Fioretti PM, Roelandt JR, Van Herwerden LA, et al. Cosgrove-Edwards mitral ring dynamics measured with transesophageal three-dimensional echocardiography. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:485-90.
27. Gillinov Am, et al. Cosgrove-Edwards annuloplasty system: midterm results. *Ann thorac Surg.* 2000,69:717-1.
28. Glasson JR, MD, G. Randall Green, MD, J Francisco Nistal, MD, Paul Dagum, MD, Masashi Komeda, MD, PhD, George T. Daughters, MS, et al. Mitral annular size and shape in sheep with annuloplasty rings. *J Thorac cardiovasc Surg.* 1999;117:302-9.
29. Green GR, Dagum P, Glasson JR, Nistal JF, Daughters GT, Ingels NB, et al. Restricted posterior leaflet motion following mitral ring annuloplasty. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:2100-6.
30. Paul Dagum, Tomasz Timek, G. Randall Green, George T. Daughters, David Liang, Neil B. Ingels, et al. Three-dimensional geometric comparison of partial and complete flexible mitral annuloplasty rings. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 122:665-673.
31. Sagit Ben Zekry, MD, Roberto M. Lang, MD, Lissa Surgeng, MD, Marti L, McCulloch, RDCS, Lynn Weinert, MD, et al. Mitral annulus dynamics early after valve repair: preliminary observations of the effect of resectional versus non-resectional approaches. *J Am Soc Echocardiogr* 2011,24:1233-42.
32. Christiane Gruner, MD, Harry Rakowski, MD. Mitral Valve Repair and Annular Motion: Is Less Really more? Editorial Comment. *J Am Soc Echocardiogr* 2011. Nov. 1243-1244.
33. Maisano F, Torracca L, Oppizzi M, Stefano PL, D'Addario G, La Canna G, et al. The edge-to-edge technique: a simplified method to correct mitral insufficiency. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;13:240-5.

34. Feldman T, Kar S, Rinaldi M, Fail P, Hemiller J, Smalling R, et al. Percutaneous mitral repair with the MitraClip system. Safety and midterm durability in the EVEREST (Endovascular Valve Edge-to-Edge Repair Study) cohort. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:686-94.

35. Enriquez Sarano M, Frye RL. Mitral valve diseases. In: Willerson JT, Cohn JN, Wellens HJJ, Holmes DR, eds. *Cardiovascular Medicine*. 3rd ed. London, UK: Springer-Verlag; 2007:397-430.