



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**GEOMETRÍA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO CON PRESERVACIÓN TOTAL Y PARCIAL DEL
APARATO SUBVALVULAR EN PACIENTES SOMETIDOS A SUSTITUCIÓN DE LA VÁLVULA
MITRAL: SEGUIMIENTO A MEDIANO Y LARGO PLAZO**

TESIS

**Que para obtener el título de
CIRUJANO CARDIOTORÁCICO**

PRESENTA

DR. FIDEL QUERO SANDOVAL

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSÉ LUIS ACEVES CHIMAL

Ciudad Universitaria Cd MEXICO., 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen

La sustitución de la válvula mitral es el tratamiento considerado estándar de oro para la insuficiencia y estenosis moderada y severa. La técnica quirúrgica para la sustitución de la válvula enferma, considera la resección adicional del aparato subvalvular (Cuerdas tendinosas), observándose una elevada frecuencia de falla cardíaca transoperatoria y postoperatoria. Para disminuir la falla ventricular, la técnica quirúrgica evolucionó hacia la resección parcial y preservación total del aparato subvalvular mejorando la disfunción ventricular, asumiendo que esto obedece a la deformación de la geometría ventricular normal evaluada a través de los índices de esfericidad del ventrículo izquierdo, lo cual podría ser diferente de acuerdo al tipo de conservación del aparato subvalvular de la válvula mitral.

Objetivo

Determinar las diferencias en la geometría del ventrículo izquierdo en pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con preservación total y parcial del aparato subvalvular.

Material y método

Del registro de pacientes del servicio de Cirugía Cardiotorácica se seleccionaron los expedientes clínicos de los pacientes sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula mitral con la preservación de total y parcial del aparato subvalvular. Del Expediente clínico registramos las siguientes variables: Edad, sexo, peso, talla, superficie corporal, factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, tiempo de circulación extracorpórea, uso de inotrópicos positivos agudos trans y postoperatorios, presencia de falla cardíaca trans y postoperatoria a 1 y 6 meses y estancia hospitalaria. Del estudio de ecocardiografía: Fracción de expulsión, índice de esfericidad sistólico, diastólico y global del VI, TRIVI, VTSVI y VTDVI.

Resultados

Analizamos 35 pacientes, con preservación total (n = 15) y parcial (n = 20) del aparato subvalvular mitral. No se observaron diferencias en las variables demográficas, ni en la presencia de factores de riesgo para enfermedad coronaria. La frecuencia de falla cardíaca perioperatoria, a 30 días y a 6 meses no mostró diferencias significativas entre los grupos. El tiempo de circulación extracorpórea utilizado para el procedimiento quirúrgico fue mayor en el grupo con preservación total vs parcial (122 ± 0.19 vs 114 ± 26 minutos, $p = 0.60$). En el grupo con preservación parcial del ASV requirió mayor dosis de arterenol en comparación con la preservación total (0.20 ± 0.09 vs 0.06 ± 0.01 mcgrs/kg/min, $p = 0.02$). Los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo mostraron mejoría postoperatoria significativa en el grupo con preservación total vs parcial ($p = 0.004, 0.03, 0.01$ vs $0.26, 0.03, 0.06$ respectivamente). La FEVI, TRIVI, VTSVI y VTDVI no mostraron diferencias postoperatorias en ambos grupos ($p = 0.40-0.73$ vs $0.29-0.85$ respectivamente).

Conclusión: En pacientes con valvulopatía mitral sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula enferma la preservación total del aparato subvalvular mitral propicia una mejoría postoperatoria significativa de la geometría ventricular.

- Los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo mostraron mejoría postoperatoria significativa en los pacientes con preservación total del aparato subvalvular mitral en comparación con la preservación parcial.

Palabras clave: Valvulopatía mitral, Geometría ventricular, Índices de esfericidad ventricular

ÍNDICE

	Página
Introducción.....	4
Antecedentes.....	5
Planteamiento del problema.....	10
Justificación.....	10
Hipótesis.....	11
Objetivos.....	11
Metodología.....	12
Diseño.....	12
Población.....	12
Criterios de selección.....	12
Descripción de variables.....	12
Material y Método.....	13
Análisis estadístico.....	14
Resultados.....	14
Discusión.....	16
Conclusiones.....	17
Referencias bibliográficas.....	18

Introducción

La sustitución de la válvula mitral es el tratamiento considerado estándar de oro para la insuficiencia y estenosis moderada y severa. La técnica quirúrgica inicial en los años 60 y 70s para la resección de las valvas enfermas, consideraba la resección adicional del aparato subvalvular (Cuerdas tendinosas), observándose una elevada frecuencia de disfunción del ventrículo izquierdo transoperatoria y postoperatoria temprana, con eleva morbilidad y mortalidad. [2,3]

Para disminuir la falla ventricular, la técnica quirúrgica evolucionó hacia la preservación del aparato subvalvular de la valva posterior, mejorando la disfunción ventricular, asumiendo teóricamente que la deformación de la geometría ventricular normal condiciona la falla cardiaca izquierda. En años recientes, estudios con modelos experimentales han mostrado una fuerte asociación de la esfericidad o deformación de la geometría ventricular con la reducción del rendimiento miocárdico del ventrículo izquierdo. [11]

La geometría dinámica del ventrículo izquierdo es mantenida principalmente por las cuerdas tendinosas que aportan fijación entre el anillo de la válvula mitral, el ápex ventricular y la pared inferior y lateral del ventrículo mediante los músculos papilares anterior y postero-lateral. Cuando estas cuerdas tendinosas sufren alguna ruptura la geometría ventricular se modifica, afectando negativamente el rendimiento contráctil de la cavidad ventricular. [18,19]

La ley de Laplace predice que el estrés de la pared es una función de la presión de distensión, el radio de la curvatura y el grosor de la misma.(1) Según este principio, a mayor presión desarrollada por el ventrículo izquierdo mayor tensión de pared y, así mismo, ante mayor dilatación ventricular, y por tanto mayor radio, es superior la tensión a la que es sometida la pared ventricular, es así que aumentos en la esfericidad ventricular llevan a la redistribución regional negativa de la tensión de pared, observándose en modelos experimentales que ventrículos más esféricos reflejan una contractilidad más deprimida. [18]

Durante el procedimiento quirúrgico necesario para sustituir la válvula mitral enferma, se resecan las valvas enfermas y se cortan las cuerdas tendinosas modificando el aparato subvalvular. La resección estandarizada del aparato subvalvular puede ser total o parcial resecano el aparato subvalvular de la valva posterior, situación que propicia disfunción contráctil del ventrículo izquierdo durante la cirugía y en el postoperatorio temprano y tardío, propiciando morbilidad y mortalidad relacionada con la falla ventricular. En años recientes, se ha retornado a la técnica propuesta por Lilehei en los años 60s, con la preservación del aparato subvalvular en su totalidad, informando algunas publicaciones mejoría importante en los parámetros ecocardiográficos de la función ventricular a mediano y largo plazo después de la sustitución de la válvula mitral. [2,3]

Los diferentes estudios y en nuestra experiencia, donde se ha observado una reducción en la incidencia de disfunción del ventrículo izquierdo con la resección parcial y conservación total del aparato subvalvular, se asume que posiblemente la disfunción ventricular obedece a los cambios en la geometría del ventrículo izquierdo, identificada a través de los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo. Realizamos el presente estudio para comparar el comportamiento hemodinámico del ventrículo izquierdo y en la geometría ventricular en pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con preservación total y parcial del Aparato Subvalvular (ASV).

Antecedentes

La anatomía funcional de la válvula mitral incluye el miocardio ventricular izquierdo, el aparato subvalvular (incluyendo los músculos papilares y las cuerdas tendinosas), anillo mitral, valvas mitrales y la aurícula izquierda. La anatómica de las valvas mitrales se divide en valva posterior con 3 segmentos: p1 (lateral), p2 (medio), y p3 (medial), y la valva anterior con 3 segmentos a1, a2 y a3. [1-4]

El anillo de la válvula mitral se integra con la continuidad fibrosa del anillo valvular aórtico adyacente. Los trígonos fibrosos, incluyendo el cuerpo fibroso central, bordean esta continuidad aorto-mitral, aceptándose que la distancia intertrigonal (el esqueleto fibroso del corazón), es fija y que su longitud no cambia con las enfermedades valvulares mitrales. A medida que el anillo mitral se aleja del esqueleto fibroso, se vuelve desproporcionadamente muscular y es más susceptible a la distorsión y dilatación. [5-7]

La posición central y cadena de conexiones subvalvulares dentro del ventrículo izquierdo, aporta soporte al esqueleto fibroso del corazón jugando un rol importante en el mantenimiento de la geometría ventricular y en la función contráctil del ventrículo izquierdo. Los elementos de la matriz de colágeno dentro de las cuerdas tendinosas y músculos papilares se continúan con la red de colágeno del corazón en un extremo y con el anillo mitral y las valvas en el otro. [4-8]

El concepto de una interacción funcional válvula–ventrículo se reconoció por primer vez en los años sesenta por Walton Lillehei recomendando que el aparato subvalvular fuera preservado durante la cirugía de válvula mitral, para aumentar la recuperación funcional ventricular y mantener el tamaño de la cámara y su forma. Trabajos clínicos y experimentales posteriores indican que la preservación de cuerdas puede facilitar la recuperación completa de la función de los miocitos individuales y la función global ventricular después de la sobrecarga crónica de volumen generada por la insuficiencia mitral, con probabilidades de mejorar además la sobrevida tardía después de reemplazos valvulares mitrales. [9-11]

El aparato subvalvular consta de la pared libre del ventrículo izquierdo, dos músculos papilares y las cuerdas tendinosas. Los dos músculos papilares (Anterolateral y posteromedial) emiten las cuerdas tendinosas, que se insertan en las superficies de la valva mitral anterior y posterior. Durante la sístole ventricular el aparato subvalvular mitral evita que las valvas prolapsen en la aurícula izquierda. Los músculos papilares y las cuerdas tendinosas también contribuyen en la contracción ventricular izquierda efectiva mediante el uso de un proceso conocido como "continuidad anillo-ventricular". De acuerdo con esto, la geometría del ventrículo izquierdo y su función dependen de las relaciones dinámicas entre la pared ventricular izquierda y el anillo de la válvula mitral. Durante la diástole, los músculos papilares y las cuerdas tendinosas moderan la distensión ventricular izquierda, mientras que durante la sístole moderan la tensión de la pared. A medida que la contracción de los músculos papilares se presenta durante la fase isométrica del ciclo cardiaco, la válvula mitral cerrada se baja en el ventrículo izquierdo causando una reducción en el eje longitudinal, pero aumentando el eje corto. Esto causa un aumento de estiramiento de las fibras miocárdicas, generando mayor tensión de la contracción sobre el volumen sistólico. La disposición del aparato de sub-valvular también causa deformidad ventricular durante el ciclo cardíaco, de tal forma, que la interrupción del complejo papilar-anular causa un deterioro de los patrones de tensión-deformación ventricular izquierda normal. [13,14].

PATOLOGÍA DE LA VÁLVULA MITRAL:

Insuficiencia Mitral

La insuficiencia mitral (IM) es una alteración anatómica y/o funcional del aparato valvular mitral que provoca el reflujo de sangre desde el ventrículo izquierdo a la aurícula izquierda durante la sístole. Actualmente se tiende a clasificar la insuficiencia mitral en dos grandes grupos en función del mecanismo que condiciona la regurgitación. Cuando el factor determinante de la insuficiencia mitral es la afección primaria de la válvula mitral se habla de IM orgánica, cuyos ejemplos paradigmáticos son la insuficiencia mitral mixomatosa y la reumática. En contraposición a esta situación, cuando las valvas mitrales no presentan afección orgánica, sino que la incompetencia valvular está vinculada a una alteración de la geometría ventricular, ya sea global y/o regional que lleva a la coaptación inadecuada de las valvas, consideramos que se trata de una enfermedad esencialmente del músculo cardíaco y se habla de insuficiencia mitral funcional. Los ejemplos clásicos de esta entidad son la insuficiencia mitral asociada con enfermedad coronaria con trastornos de la motilidad parietal y desplazamiento de los músculos papilares y la que encontramos en la miocardiopatía dilatada, independientemente de su etiología. [14,15]

En la etapa compensada de la insuficiencia mitral crónica, la particularidad fisiopatológica es la sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo con hipertrofia excéntrica compensadora y eyección por dos orificios (La válvula aórtica y la válvula mitral incompetente), que comunican dos cámaras con distintas postcargas. La eyección de sangre hacia una cámara de baja presión como es la aurícula izquierda determina una disminución de la postcarga con bajo estrés sistólico ventricular. Esta condición sostenida en el tiempo genera cambios en la geometría ventricular, con mayor dilatación, hipertrofia inadecuada e incremento del estrés parietal sistólico que llevan a un deterioro progresivo de la contractilidad miocárdica. Evolutivamente, la insuficiencia mitral produce hipertensión pulmonar y compromete la funcionalidad del ventrículo derecho, lo que convierte a la enfermedad en una afección biventricular. [15]

Estenosis mitral

La estenosis mitral es la obstrucción del tracto de entrada del ventrículo izquierdo por una patología generalmente reumática de la válvula mitral. La etiología más frecuente es la Fiebre Reumática, que se caracteriza por el daño del tejido conectivo de las valvas, como consecuencia de una reacción inmunológica. En un tercio de los pacientes se produce una estenosis pura y en los restantes se asocia con insuficiencia mitral. Inicialmente se produce una valvulitis con engrosamiento fibroso de las comisuras. La enfermedad avanza como respuesta a ataques repetidos de fiebre reumática y al daño producido por las alteraciones hemodinámicas generadas por la lesión original. Posteriormente hay fibrosis de ambas valvas, con rigidez de ellas, acortamiento y fusión comisural con deformación y reducción del anillo valvular. Puede haber compromiso del aparato subvalvular, con la consecuente participación de él en la estrechez. Finalmente, tanto las valvas como las cuerdas tendinosas pueden calcificarse. Estos cambios generan una deformación del aparato valvular y una reducción del orificio de apertura. [16]

Se considera que la estenosis mitral es leve cuando el área valvular supera 1,5 cm², moderada cuando es mayor de 1 cm² y severa cuando es menor o igual a 1 cm². La reducción progresiva del orificio genera un aumento de la presión auricular y un gradiente auriculo-ventricular, que así incrementa la presión en el circuito pulmonar; esta hipertensión pulmonar inicialmente es pasiva y

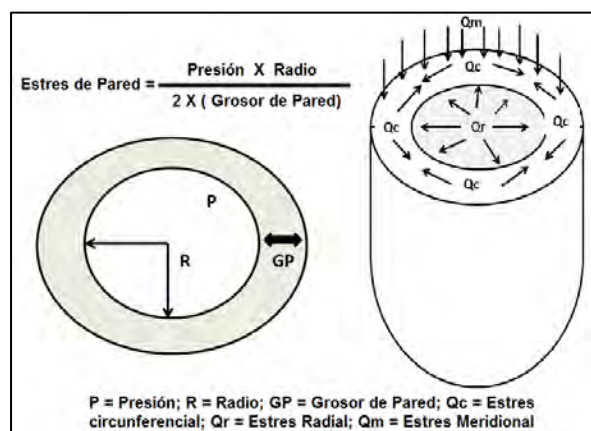
luego es reactiva. Finalmente, el ventrículo derecho puede llegar a dilatarse y aparecer insuficiencia tricuspídea. [17]

El gradiente de presión auriculo-ventricular depende directamente del volumen minuto e inversamente de la duración de la diástole y del área valvular. En un tercio de los casos puede haber disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, la cual puede ser secundaria a miocarditis reumática, hipo flujo transvalvular o a disminución del acortamiento posterobasal por rigidez del aparato subvalvular, lo que se traduce en una fracción de eyección menor. [17]

GEOMETRÍA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO

La ley de Laplace predice que el estrés de la pared es una función de la presión de distensión, el radio de la curvatura y el grosor de la misma. Según este principio, a mayor presión desarrollada por el ventrículo izquierdo mayor tensión de pared y, así mismo, ante mayor dilatación ventricular, y por tanto mayor radio, es superior la tensión a la que es sometida la pared ventricular. Por otro lado, la tensión de pared es inversamente proporcional a la curvatura de la pared. Así, aumentos en la esfericidad ventricular llevan a la redistribución regional de la tensión de pared. Tanto el estrés sistólico como el diastólico son importantes determinantes de la función miocárdica y tienen una influencia significativa sobre el consumo de oxígeno. Por lo tanto, es posible que alteraciones de la geometría ventricular puedan afectar de forma adversa a la función global cardíaca, independientemente de la capacidad funcional intrínseca del miocardio. [18, 19]

El estrés o tensión de pared actúa en tres direcciones que son mutuamente perpendiculares: Estrés meridional o longitudinal, estrés circunferencial y estrés radial. En condiciones normales el estrés circunferencial es la mayor fuerza generada contra la pared ventricular y el estrés radial puede considerarse despreciable. En estudios experimentales con disfunción ventricular se produce una elevación del estrés radial y longitudinal, pero sobre todo existe un aumento del estrés longitudinal. La distorsión morfológica del ventrículo izquierdo aumenta el consumo miocárdico de oxígeno a través del aumento de tensión parietal descrito previamente. [20]



Pacientes con mala función ventricular presentan ventrículos geoméricamente más esféricos y con mayor estrés de pared que aquellos con ventrículos de morfología normal, de tal forma que ventrículos más esféricos reflejan una contractilidad más deprimida, identificándose como la relación estrés de pared/velocidad de acortamiento. Los ventrículos más esféricos tienen un mayor estrés de pared pero también tienen una distribución anormal de éste, que se refleja como una tasa de estrés circunferencial/estrés longitudinal disminuida. [20]

En diferentes estudios se ha identificado al índice de esfericidad como un marcador independiente de mal pronóstico de sobrevida en pacientes con cardiopatía isquémica y dilatada, identificando diferentes métodos para su medición. El método usado con frecuencia por su sencillez de cálculo es la relación eje mayor/eje menor del ventrículo izquierdo, que puede ser calculado por ecocardiografía y por ventriculografía. En cuanto su valor se acerque a 1, mayor es la distorsión hacia la esfericidad. [21]

SUSTITUCIÓN QUIRÚRGICA DE LA VÁLVULA MITRAL

Las indicaciones para someter al paciente a sustitución de la válvula mitral están bien identificadas, existiendo controversia únicamente en pacientes asintomáticos. Las guías de manejo para pacientes con enfermedad valvular cardiaca recomiendan con un nivel de evidencia la las siguientes indicaciones para la realización de la válvula mitral: [22]

Insuficiencia mitral:

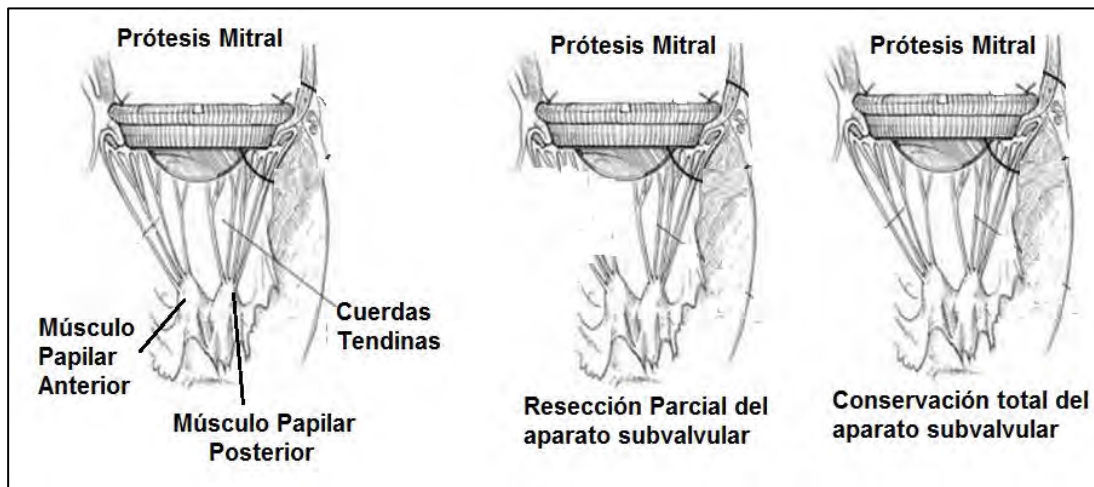
- Insuficiencia de grado moderado y severo
- Deterioro de la Fracción de Expulsión < 40%
- Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo > 42 mm
- Presión Pulmonar > de 50 mmHg
- Presencia de Fibrilación Auricular

Estenosis mitral

- Estenosis moderada y severa
- Dilatación de la aurícula izquierda
- Presencia de Fibrilación Auricular
- Presión pulmonar > 50 mmHg
- Clase funcional III-IV

La técnica quirúrgica para la sustitución quirúrgica de la válvula mitral ha evolucionado con el tiempo y con el desarrollo de prótesis cardiacas. En los años 60 y 70 se realizaba la resección de la valva anterior y posterior con sección de las cuerdas del aparato subvalvular, presentando elevada frecuencia de disfunción ventricular trans-operatoria y postoperatoria temprana. Ante este escenario, se modificó la tendencia hacia la preservación del aparato subvalvular de la valva posterior, lográndose una reducción significativa de la disfunción ventricular en los años 90s, manteniéndose esta estrategia a la fecha. No obstante en años recientes se ha reconsiderado el concepto propuesto por Lilehei para conservar la totalidad del aparato subvalvular puesto que teóricamente se propicia la conservación de la geometría normal del ventrículo izquierdo, reduciendo la posibilidad de producir esfericidad ventricular y en consecuencia de disfunción ventricular. [22]

La conservación del aparato subvalvular después de la sustitución de la válvula mitral no es un concepto nuevo, sin embargo, hasta la fecha no ha habido ninguna medición de su efectividad clínica como un procedimiento y no hay consenso en cuanto a qué técnica de preservación quirúrgica debe adoptarse para lograr el mejor resultado a corto y mediano plazo. Aunque la preservación del aparato subvalvular de la valva posterior produjo una reducción de la morbilidad y la mortalidad tras la sustitución de la válvula mitral, estudios recientes en modelos experimentales, muestran que el aparato subvalvular de la valva anterior juega un papel crítico la preservación de la geometría del ventrículo izquierdo. Miller indica que la supervivencia quirúrgica mejora la supervivencia a largo plazo con la preservación de cuerdas tendinosas de la valva anterior. [12, 23]



EVALUACIÓN ECOCARDIOGRAFICA POSTOPERATORIA

Okita et al evaluaron 148 pacientes con regurgitación mitral sometidos a sustitución valvular con preservación de cuerdas completa o parcial, observando mejor rendimiento ventricular en el grupo de pacientes con preservación completa del aparato subvalvular. [24] Yagyu et al [25] en 75 pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con la preservación del complejo mitral posterior observó menores presiones de la aurícula izquierda y del ventrículo izquierdo, índices de rendimiento miocárdico más altos en comparación con pacientes con resección de cuerdas tendinosas.

A largo plazo, Christopher Rao observó que la supervivencia a 10 años mejoró significativamente después de sustitución valvular mitral con la preservación del aparato subvalvular versus resección total ($65,7 \pm 1,5\%$ vs $58,1 \pm 1,6\%$) y que la principal causa de muerte fue falla ventricular izquierda, asumiendo que la disfunción se debe a que los músculos papilares participan importantemente en la contracción ventricular, causando acortamiento del eje largo de la cámara, lo que contribuye a una mejor expulsión de sangre. [26]

En un meta análisis publicado por Pompeu con 3835 pacientes observó en pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con preservación total del aparato subvalvular mejoría en la morbilidad y mortalidad postoperatoria a 30 días. A 6 meses, las variables pre y postoperatorias, mejoraron las dimensiones de la aurícula izquierda ($54,10 \pm 8,79$ vs $44,64 \pm 8,54$, $p < 0,05$), las dimensiones telediastólica del ventrículo izquierdo ($50,84 \pm 10,42$ vs $41,21 \pm 7,16$, $p < 0,05$), las dimensiones telesistólicas ($34,76 \pm 7,94$ vs $28,81 \pm 5,79$, $p < 0,05$), en la fracción de eyección ($60,31 \pm 8,22$ vs $64,47 \pm 7,93$; $p < 0,05$). [27]

Planteamiento del Problema

La sustitución de la válvula mitral es el tratamiento considerado estándar de oro para la insuficiencia y estenosis moderada y severa. La técnica quirúrgica inicial en los años 60 y 70s para la resección de las valvas enfermas, consideraba la resección adicional del aparato subvalvular (Cuerdas tendinosas), observándose una elevada frecuencia de disfunción del ventrículo izquierdo transoperatoria y postoperatoria temprana, con eleva morbilidad y mortalidad. [22]

Para disminuir la falla ventricular, la técnica quirúrgica evolucionó hacia la preservación del aparato subvalvular de la valva posterior, mejorando la disfunción ventricular, asumiendo teóricamente que la deformación de la geometría ventricular normal condiciona la falla cardiaca izquierda. En años recientes, estudios con modelos experimentales han mostrado una fuerte asociación de la esfericidad o deformación de la geometría ventricular con la reducción del rendimiento miocárdico del ventrículo izquierdo. [23]

La preservación total del aparato subvalvular propuesto por Lilehei a principios de los años 60s se ha retomado en la actualidad, observando algunos autores mejoría en el rendimiento miocárdico del ventrículo izquierdo, retorno de la remodelación ventricular secundaria a la sobrecarga volumétrica por la insuficiencia mitral y en la sobrevida a 10 años. [22]

En el servicio de Cirugía cardiotorácica del CMN 20 de Noviembre, se realiza sustitución quirúrgica de la válvula mitral con preservación parcial y total del aparato subvalvular de acuerdo al criterio del cirujano tratante o bien a los trastornos anatómicos de la válvula enferma, pero a la fecha no se había realizado un análisis de los diferencias en la geometría del ventrículo izquierdo postoperatorias mediante la evaluación de los índices de esfericidad ventricular, por lo que planteamos la siguiente pregunta de investigación:

Cuáles son las diferencias en la geometría del ventrículo izquierdo a 30 días y a 6 meses postoperatorios con la preservación parcial y total del aparato subvalvular en pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral.

Justificación

De la función del ventrículo izquierdo depende el gasto cardiaco necesario para mantener la perfusión tisular y en consecuencia del aporte de nutrientes necesarios para la homeóstasis del organismo. Su rendimiento contráctil depende esencialmente de una geometría ventricular normal, pero cuando se deforma hacia una forma esférica, su rendimiento contráctil se reduce importantemente, de tal manera, que a mayor esfericidad ventricular menor rendimiento contráctil, manifestado clínicamente como falla cardiaca. [20-23]

La geometría dinámica del ventrículo izquierdo es mantenida principalmente por las cuerdas tendinosas, las cuales aportan fijación entre el anillo de la válvula mitral, el ápex ventricular y la pared inferior y lateral del ventrículo mediante los músculos papilares anterior y postero-lateral. Cuando estas cuerdas tendinosas sufren alguna ruptura, la geometría ventricular se modifica, afectando negativamente el rendimiento contráctil de la cavidad ventricular. [2-4, 20-23]

Durante el procedimiento quirúrgico necesario para sustituir la válvula mitral enferma, se resecan las valvas enfermas y se cortan las cuerdas tendinosas, modificando el aparato subvalvular. La preservación total o parcial del aparato subvalvular es un procedimiento estandarizado en la

actualidad mediante la conservación de la valva posterior (Preservación parcial) o fijación de las cuerdas tendinosas del musculo anterior al anillo mitral (Preservación total), puesto que han mostrado reducir la incidencia de falla cardiaca postoperatoria. [6, 23].

En el servicio de Cirugía Cardiotorácica del CMN 20 de Noviembre se realiza la sustitución de la válvula mitral en forma estandarizada, de acuerdo al criterio del cirujano y a las condiciones patológicas de la válvula mitral enferma, pero no se han analizado las diferencias postoperatorias a corto y mediano plazo en la geometría del ventrículo izquierdo con estas técnicas. Realizamos la presente investigación para conocer las diferencias para identificar la técnica que aporta menor impacto en la esfericidad ventricular que se traduce en la conservación de la geometría ventricular, puesto que la deformación de la geometría se relaciona con el desarrollo de falla cardiaca postoperatoria.

Hipótesis

En pacientes sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula mitral, se ha observado disfunción contráctil del ventrículo izquierdo cuando se realizó la resección completa del aparato subvalvular en el postoperatorio temprano y tardío, asumiendo que la disfunción obedece a la deformación de la geometría normal del ventrículo izquierdo. Con la preservación parcial o total del ASV se ha observado mejoría importante de la función contráctil del ventrículo izquierdo, posiblemente debido a que reducen la deformación de la geometría ventricular. En este sentido la preservación parcial y total del aparato subvalvular mitral podrían tener un impacto postoperatorio diferente en la función contráctil del ventrículo izquierdo, por lo que planteamos las siguientes hipótesis:

En pacientes sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula mitral:

H1: Existen diferencias postoperatorias significativas en la geometría del ventrículo izquierdo entre pacientes con preservación parcial y total del aparato subvalvular.

Ho: No Existen diferencias postoperatorias significativas en la geometría del ventrículo izquierdo entre pacientes con la preservación parcial o total del aparato subvalvular

Objetivo

Determinar las diferencias en la geometría del ventrículo izquierdo en pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con preservación parcial o total del aparato subvalvular.

Objetivos específicos

En pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con preservación parcial o total del aparato subvalvular:

- Conocer los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global a 30 días y a 6 meses postoperatorios.
- Conocer las variables hemodinámicas del ventrículo izquierdo: Fracción de Expulsión, diámetro sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo y Tiempo de Relajación Isovolumétrica.
- Conocer las características epidemiológicas

Metodología

Diseño

Cohorte retro electiva

Población

Pacientes con enfermedad de la válvula mitral sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula mitral.

Criterios de selección

Inclusión

- Pacientes adultos, hombres y mujeres sometidos a sustitución de la válvula mitral

Exclusión

- Pacientes con cardiopatía isquémica, enfermedad de la válvula aortica o tricúspide y cardiomiopatía dilatada idiopática

Eliminación

- Pacientes con información incompleta en el expediente clínico y electrónico

Descripción de variables

Independientes

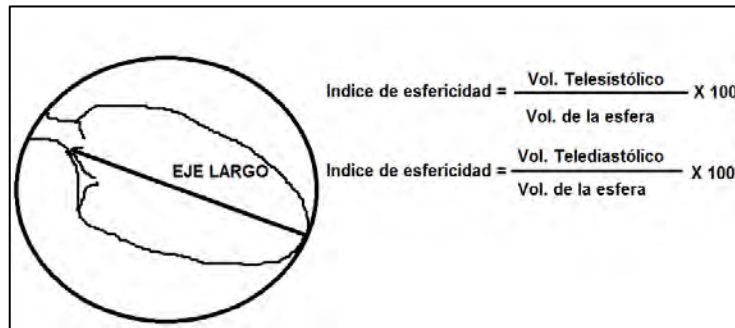
Enfermedad de la válvula mitral: Trastorno anatómico y funcional de la válvula mitral caracterizado por una insuficiencia o estenosis. La sustitución de la válvula por una prótesis mecánica o biológica es el tratamiento estándar de oro. Las recomendaciones con nivel de evidencia la y Ila son las siguientes: Fracción de expulsión < de 50%, clase funcional > de II, dilatación sistólica > 45 mm, dilatación moderada-severa de la aurícula izquierda, evidencia ecocardiográfica de insuficiencia o estenosis de grado moderado-severo e hipertensión pulmonar > de 45 mmHg. Nominal presente/ausente

Aparato subvalvular mitral: Elementos anatómicos que mantienen la geometría del ventrículo izquierdo. Se encuentra formado por el anillo mitral, las cuerdas tendinosas que impiden el prolapso de las valvas y aportan apoyo a la pared lateral posterior y al ápex durante la sístole ventricular. La sustitución de la válvula mitral enferma incluye la resección total o parcial o bien la conservación total del aparato subvalvular (Cuerdas tendinosas), de acuerdo a las condiciones patológicas de la válvula enferma y del criterio del cirujano tratante. (Ver imagen en antecedentes) Nominal presente/ausente.

Dependientes

Geometría del ventrículo izquierdo: Forma de cono elipsoide del ventrículo izquierdo que se mantiene en sístole y diástole en corazones sanos. Se puede identificar los cambios en su morfología normal mediante la determinación del índice de esfericidad que se puede medir mediante la relación de la longitud del eje mayor entre la longitud del eje corto. Cuando este índice se acerca al valor de 1 se dice que hay mayor esfericidad. Otro método propuesto por Lamas

consiste en la determinación de la relación del volumen del ventrículo izquierdo entre el volumen de una esfera hipotética de la misma dimensión. Se considera normal cuando en sístole es de $15 \pm 8 \%$ y en diástole de $29 \pm 6 \%$.



Falla cardiaca izquierda: Incapacidad del ventrículo para expulsar el volumen sanguíneo necesario para mantener la perfusión y oxigenación de los tejidos del organismo. Se considera falla cardiaca en las siguientes condiciones: Gasto cardiaco < de 5 litros por minuto y ajustado a la superficie corporal es < de 3 litros por minuto; uso de inotrópicos positivos agudos (Noradrenalina, dopamina y dobutamina) para mantener el gasto e índice cardiaco en el periodo trans y postoperatorio temprano; en el postoperatorio tardío cuando el paciente presenta edema de miembros inferiores, taquicardia refleja y clase funcional > de II. Nominal presente/ausente

Edad: Tiempo transcurrido desde el nacimiento. Cuantitativa expresada en años

Sexo: Característica morfológica y genotípica que identifica al hombre de la mujer. Nominal

Peso: Masa corporal que se mide en kilogramos. Cuantitativa

Talla: Longitud del cuerpo humano desde los pies hasta la cabeza. Cuantitativa expresada en centímetros.

Tiempo de circulación extracorpórea: Tiempo durante el cual se utiliza una máquina que mantiene la perfusión y oxigenación de los tejidos del organismo, la cual es indispensable para la sustitución de alguna de las válvulas del corazón. Cuantitativa expresada en minutos

Factores de riesgo para enfermedad cardiovascular: Condiciones y características de las personas que propician el desarrollo y presentación de alguna enfermedad cardiovascular. Los identificados a la fecha son Diabetes Mellitus, Hipertensión Arterial, Dislipidemia, Insuficiencia renal. Nominal presente/ausente

Estancia hospitalaria: Tiempo transcurrido desde el ingreso del paciente al hospital. Se cuantificara la estancia en la terapia intensiva y en piso de hospitalización. Cuantitativa expresada en días.

Material y Método

Después de la autorización por los comités de Investigación, Ética y Bioseguridad. Del registro de pacientes del servicio de Cirugía Cardiorádica se seleccionaron los expedientes clínicos de los pacientes que cumplieron los criterios de selección. Del expediente clínico registramos las siguientes variables: Edad, sexo, peso, talla, superficie corporal, tiempo de circulación extracorpórea, uso de inotrópicos positivos agudos, presencia de falla cardiaca y su duración, defunción y su causa.

Del reporte del estudio de ecocardiografía pre y postoperatorio a 30 días y 6 meses registramos las siguientes variables: Fracción de expulsión, Tiempo de Relajación Isovolumétrica del Ventrículo Izquierdo (TRIVI), Volumen Tele Sistólico del Ventrículo Izquierdo (VTSVI), Volumen Tele Diastólico del Ventrículo Izquierdo (VTDVI), índice de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo.

Análisis Estadístico

Utilizamos el programa estadístico SPSS v22.0 para Windows. El análisis descriptivo se realizó con medidas de tendencia central y de dispersión. Se determinó el comportamiento de la información con la prueba de Shapiro Wilks. La comparación entre grupos se realizó con prueba t de Student. Consideraremos significancia estadística con un valor de $p < 0.05$.

Resultados

Analizamos 35 pacientes divididos de acuerdo a la preservación del aparato subvalvular de la válvula mitral: Preservación total ($n = 15$) y preservación parcial ($n = 20$). No se observaron diferencias en las variables demográficas, ni en la presencia de factores de riesgo para enfermedad coronaria. Tabla 1 La evaluación de falla cardiaca perioperatoria, a 30 días y a 6 meses no mostró diferencias significativas entre los grupos. El tiempo de circulación extracorpórea utilizado para el procedimiento quirúrgico fue mayor en el grupo en quienes se realizó preservación total comparado con el grupo con preservación parcial del ASV, aunque las diferencias no fueron significativas (122 ± 0.19 vs 114 ± 26 minutos, $p = 0.60$). En el grupo con preservación parcial del ASV requirió significativamente mayor dosis de arterenol en el perioperatorio y en el postoperatorio temprano. Tabla 2 La estancia hospitalaria fue similar entre los grupos y no se observó mortalidad hospitalaria a 30 días y a 6 meses del seguimiento.

Los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo mostraron mejoría significativa a los 6 meses postoperatorios en todos los pacientes. Esta mejoría posoperatoria, se observó a expensas del grupo con preservación total del ASV ($P = 0.004-0.01$), aunque estos cambios en la esfericidad no mostraron mejoría significativa en la función ventricular (FEVI, TRIVI, VTSVI y VTDVI). En el grupo de pacientes con preservación parcial del ASV solo el índice de esfericidad diastólico del ventrículo izquierdo mostró mejoría significativa a 6 meses postoperatorios, el resto de los parámetros de evaluación no mostraron cambios significativos. Tabla 3

Tabla 1.- Variables demográficas y factores de riesgo para enfermedad coronaria

	APARATO SUBVALVULAR		
	Preservación total	Preservación parcial	P
Edad (años)	59±10	56±10	0.48*
Peso (kg)	68±13	68±11	0.98*
Talla (cm)	159±8	158±7	0.44*
Sexo			

Masculino (n)	6	4	0.17**
Femenino (n)	9	16	0.10**
Diabetes Mellitus (n)	6	7	0.51**
Hipertensión Arterial (n)	10	10	0.26**

*Valor de p calculado con prueba t de student y ** con Chi2.

Tabla 2.- Seguimiento hemodinámico de falla cardiaca, dosis de aminos vaso-activas y estancia hospitalaria

	APARATO SUBVALVULAR			p
	Global	Preservación total	Preservación parcial	
Falla cardiaca				
Perioperatoria (n)	35	1	1	1.0**
30 días (n)	35	6	9	0.52**
6 meses (n)	35	1	0	0.42**
Tiempo de BCE (minutos)	128±43	122±0.19	114±26	0.60*
Dosis de arterenol (mcgrs/kg/min)	0.25±0.05	0.06±0.01	0.20±0.09	0.02*
Dosis Dobutamina (mcgrs/kg/min)	3.2±0.05	1.9±0.03	2.1±0.02	0.25*
Estancia Hospitalaria (Días)	28±8	18±8	21±8	0.35*

*Valor de p calculado con prueba t de student y ** con Chi2.

Tabla 3.- Geometría ventricular y función del ventrículo izquierdo

	Global			Preservación total del ASV			Preservación parcial del ASV		
	PreQx	PostQx	P	PreQx	PostQx	p	PreQx	PostQx	P
Índice ES	27.9±14	22.8±15	0.02	29±3	22±4	0.004	26±6	23±6	0.29

Índice ED	65±28	52±24	0.002	65±17	51±5	0.03	65±30	52±13	0.03
Índice EG	1.3±0.2	1.5±0.3	0.002	1.5±0.1	1.2±0.2	0.01	1.4±0.2	1.5±0.3	0.06
FEVI %	57±11	57±15	0.83	56±12	58±17	0.60	58±10	56±14	0.61
TRIVI (ms)	96±33	89±20	0.25	89±23	87±21	0.73	100±39	91±20	0.28
VTSVI (ml)	45±26	45±15	0.87	51±13	49±14	0.50	41±19	42±14	0.85
VTDVI (ml)	107±53	101±40	0.33	113±60	104±30	0.40	103±42	100±30	0.63

ASV: Aparato Sub Valvular; Qx: Quirúrgico; ES: Esfericidad Sistólico; IED: Esfericidad Diastólico; IEG: Esfericidad Global; FEVI: Fracción de Expulsión del Ventriculo Izquierdo; TRIVI: Tiempo de Relajación Isovolumetrica del ventriculo izquierdo; VTSVI: Volumen telesistólico del ventriculo izquierdo; VTDVI: Volumen telediastólico del ventriculo izquierdo; ms: milisegundos; ml: mililitros. El valor de p fue calculado con la prueba t de student.

DISCUSIÓN

La preservación parcial o resección total del aparato subvalvular en la sustitución quirúrgica de la válvula mitral propicia modificación de la esfericidad de la geometría ventricular, lo cual reduce el rendimiento contráctil del ventrículo izquierdo mediante el incremento del estrés parietal y del consumo de oxígeno. La preservación total del aparato subvalvular ha mostrado en diversos estudios experimentales un mejor rendimiento contráctil del ventrículo izquierdo, observándose menor trastorno de la esfericidad ventricular. Los hallazgos de este estudio confirman estos argumentos y hacen evidente que los trastornos de esfericidad ventricular desarrollados como consecuencia de la valvulopatía mitral mejoran significativamente el índice de esfericidad posterior a la sustitución quirúrgica de la válvula ($p = 0.01$), contrastando con los pacientes donde no se realizó la preservación del ASV, donde no se observó diferencia significativa ($p = 0.06$) posterior a la sustitución de la válvula enferma. Tabla 3

La función del aparato subvalvular durante el ciclo cardiaco consiste esencialmente en aportar un sustento moderador de la distensibilidad de la cavidad durante el llenado ventricular y de apoyo durante el acortamiento del eje longitudinal del VI en sístole. La mejoría significativa en los índices de esfericidad sistólico y diastólico en los pacientes con preservación del ASV, sugiere que conserva la función fisiológica del VI, especialmente durante la fase sistólica, donde la mejoría fue aún más significativa ($p = 0.004$). Por otro lado, se conoce que la sustitución de la válvula enferma, reduce la sobrecarga diastólica del VI al disminuir el volumen regurgitante hacia la aurícula izquierda durante la sístole ventricular, lo cual podría intervenir en la modulación diastólica de la geometría ventricular. Este argumento propuesto por varios autores, es apoyado por la mejoría significativa en el índice de esfericidad diastólica del VI observada en los pacientes con y sin preservación total del aparato subvalvular ($P = 0.03$). Tabla 3

El efecto hemodinámico de los trastornos en la geometría sobre el ventrículo izquierdo, han sido demostrados a largo plazo en algunos estudios publicados en la literatura médica, encontrando una fuerte asociación con una fracción de expulsión deprimida, la cual es pronostica de nuevos eventos cardiovasculares adversos y de menor sobrevida. En este estudio no se observó un efecto significativo de los trastornos en los índices de esfericidad del VI sobre las variables hemodinámicas y en la presencia de falla cardiaca transoperatoria, a 30 días y a 6 meses, por lo que consideramos que los trastornos de esfericidad podrían ser un evento incipiente de disfunción contráctil del VI a largo plazo. Tabla 2 y 3 En este sentido, Tomlinson muestra en un modelo

experimental que el rendimiento contráctil y los trastornos hemodinámicos del VI se presentan posterior a los trastornos en los índices de esfericidad ventricular.

En la sustitución quirúrgica de la válvula mitral, se ha estandarizado la conservación de la valva posterior y las cuerdas tendinosas del musculo papilar postero-lateral, puesto que mostró una reducción importante la morbilidad y mortalidad a corto plazo, además de mejorar la sobrevida a 10 años.^{24, 25} Nuestros hallazgos proponen que las probabilidades de desarrollar falla cardiaca y deterioro de la Fracción de Expulsión del VI a largo plazo, podrían disminuir con la preservación total del aparato subvalvular mitral, condición que ha sido demostrada por Rao²⁶ y Pompeu²⁷ con el seguimiento a 10 años de pacientes a quienes con preservación total del aparato subvalvular, contrastando con pacientes a quienes se realizó la preservación parcial del ASV mitral.

Existe una la tendencia hacia la preservación del ASV de la válvula mitral, lo cual es apoyado por nuestros hallazgos y por diferentes publicaciones de la literatura médica, proponiendo que el cirujano cardiovascular debe hacer esfuerzos por mantener esta técnica quirúrgica, puesto que además de las fortalezas mencionadas, existen condiciones quirúrgicas ventajosas, que consisten en la reducción del riesgo de ruptura ventricular perioperatoria, preservación de la simetría del anillo mitral y de la continuidad mitro-aortica, que a corto y largo plazo, se traduce en ventaja para el paciente que padece enfermedad de la válvula mitral, la labor quirúrgica del cirujano y para las instituciones de salud.

En suma, los hallazgos de este estudio muestran que la alteración de la geometría del ventrículo izquierdo identificada por los trastornos de los índices de esfericidad, podrían identificar disfunción contráctil del VI incipiente y tener posiblemente valor pronóstico de morbilidad y sobrevida asociada a falla cardiaca en pacientes sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula mitral, invitando además a la realización de esfuerzos quirúrgicos para la preservación del ASV en la medida que las condiciones anatómicas de la enfermedad valvular lo permitan, siempre en el contexto de proporcionar una atención médico-quirúrgica ventajosa para el paciente portador de patología de la válvula mitral.

Limitaciones del estudio:

La mejoría en los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo con la preservación total del aparato subvalvular en la sustitución quirúrgica de la válvula mitral, no mostró diferencias significativas en comparación con la preservación parcial en los parámetros hemodinámicos (FEVI, VTSVI, VTDVI y TRIVI) posiblemente como consecuencia del tamaño de muestra analizada en el estudio, debido a que la tendencia originalmente el estudio intentó comparar la preservación total y parcial del ASV con la resección completa del ASV, sin embargo, fue prácticamente imposible encontrar pacientes a quienes se les realizó la resección total, debido a que esta técnica prácticamente no se realiza desde hace muchos años. Por este motivo, el análisis comparativo se realizó entre la resección parcial y total del ASV.

Conclusiones:

- En pacientes con valvulopatía mitral sometidos a sustitución quirúrgica de la válvula enferma la preservación total del aparato subvalvular mitral propicia una mejoría postoperatoria significativa de la geometría ventricular.
- Los índices de esfericidad sistólico, diastólico y global del ventrículo izquierdo mostraron mejoría postoperatoria significativa en los pacientes con preservación total del aparato subvalvular mitral en comparación con la preservación parcial.

Referencias Bibliográficas

1. Gómez D, Teresa E, Geometría ventricular e insuficiencia cardíaca. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52: 47-52
2. Lillehei CW. New ideas and their acceptance: as it has related to preservation of chordae tendinea and certain other discoveries. *J Heart Valve Dis.* 1995; 4(suppl 2):S106 –S114.
3. David TE, Uden DE, Strauss HD. The importance of the mitral apparatus in left ventricular function after correction of mitral regurgitation. *Circulation.* 1983; 68(suppl II):II-176 –II-82.
4. Perloff JK, Roberts WC. The mitral apparatus: functional anatomy of mitral regurgitation. *Circulation.* 1972;46:227–239.
5. Carpentier A. Cardiac valve surgery: the “French correction.” *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1983;86:323–337.
6. Fornes P, Heudes D, Fuzellier JF, Tixier D, Bruneval P, Carpentier A. Correlation between clinical and histologic patterns of degenerative mitral valve insufficiency: a histomorphometric study of 130 excised segments. *Cardiovasc Pathol.* 1999; 8:81–92.
7. Lillehei CW, Levy MJ, Bonnabeau RC Jr. Mitral valve replacement with preservation of papillary muscles and chordae tendineae. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1964; 47:532–543.
8. Silverman ME, Hurst JW. The mitral complex: interaction of the anatomy, physiology, and pathology of the mitral annulus, mitral valve leaflets, chordae tendineae, and papillary muscles. *Am Heart J.* 1968; 76:399–418.
9. Lillehei CW. New ideas and their acceptance: as it has related to preservation of chordae tendinea and certain other discoveries. *J Heart Valve Dis.* 1995; 4(suppl 2):S106- S114.
10. David TE, Uden DE, Strauss HD. The importance of the mitral apparatus in left ventricular function after correction of mitral regurgitation. *Circulation.* 1983; 68(suppl II): II-176- II-82.
11. Sarris GE, Miller DC. Valvular–ventricular interaction: the importance of the mitral chordae tendineae in terms of global left ventricular systolic function. *J Card Surg.* 1988; 3:215–234.
12. Thanos A, Andre C. Preservation of the mitral valve apparatus: evidence synthesis and critical reappraisal of surgical techniques. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 33 (2008) 391-401.
13. Gams E, Hagl S, Schad H, Heimisch W, Mendler N, Sebening F. Significance of the sub-valvular apparatus for left-ventricular dimensions and systolic function: experimental replacement of the mitral valve. *Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 39(1):5-12.
14. Moon MR, DeAnda Jr A, Daughters 2nd GT, Ingels Jr NB, Miller DC. Experimental evaluation of different chordal preservation methods during mitral valve replacement. *Ann Thorac Surg* 1994 ;58(4):931-43.
15. 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 threedimensional echocardiography study. *Circulation.* 2003; 107:1135-1140.
16. Gimenez O, Prezioso H, Lax J. *Capítulos de Cardiología de la Sociedad Argentina de Cardiología: Estenosis Mitral* 2001; 5:232-76.
17. Topol EJ. *Textbook of Cardiovascular Medicine.* Philadelphia:Lippincott-Raven Publishers; 1998.
18. Hefner LL, Sheffield T, Cobbs GC, Klip W. Relation between mural force and pressure in the left ventricle of the dog. *Circ Res* 1962; 11: 654-663.
19. Braunwald E. Control of myocardial oxygen consumption. Physiologic and clinical considerations. *Am J Cardiol* 1971; 27: 416-432
20. Yin FCP. Ventricular wall stress. *Circ Res* 1971; 28: 49-61.

21. Kono T, Sabbah HN, Stein PD, Brymer JF, Khaja F. Left ventricular shape as a determinant of functional mitral regurgitation in patients with severe heart failure secondary to either coronary artery disease or idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1991; 68: 355-359
22. Alec V, Helmut B, Guía de práctica clínica sobre el tratamiento de las valvulopatías. *Rev Esp Cardiol*. 2007;60(6):625.e1-e50
23. Alireza A, Yalda M, The impact of sub-valvular apparatus preservation on prosthetic valve dysfunction during mitral valve replacement. *Res Cardiovasc Med*. 2013;2(1)
24. Okita Y, Miki S, Ueda Y, Tahata T, Sakai T. Left ventricular function after mitral valve replacement with or without chordal preservation. *J Heart Valve Dis* 1995;4(Suppl. 2):S181-92. discussion S192—3.
25. Yagyu K, Matsumoto H, Asano K. Importance of the mitral complex in left ventricular contraction an analysis of the results of mitral valve replacement with preservation of the posterior mitral complex. *Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 35(3):166-71.
26. Christopher R, Jonathan H. Does preservation of the sub-valvular apparatus during mitral valve replacement affect long-term survival and quality of life? A Microsimulation Study. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2008, 3:17
27. Michel P, Paulo E. Preservation versus non-preservation of mitral valve apparatus during mitral valve replacement: a meta-analysis of 3835 patients. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 15 (2012) 1033–1039.