

# Cambio valvular mitral con preservación total del aparato valvular: Técnica quirúrgica, resultados y seguimiento

■  
SERGIO FRANCO<sup>1</sup>, NELSON GIRALDO<sup>2</sup>, ALEJANDRO ESCOBAR<sup>3</sup>,  
HERNÁN FERNÁNDEZ<sup>3</sup>, CARLOS VALLEJO<sup>4</sup>, CARLOS RAMÍREZ<sup>4</sup>.

## RESUMEN

**O** **bjetivos:** *Evaluar prospectivamente la técnica quirúrgica de reemplazo valvular mitral con preservación total del aparato valvular y resuspensión de las cuerdas tendinosas; y determinar el comportamiento pre y postoperatorio de la clase funcional, fracción de eyección y diámetros del ventrículo izquierdo.*

**Diseño:** *Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo, longitudinal en pacientes con diagnóstico de valvulopatía mitral de tratamiento quirúrgico en quienes se efectuó la cirugía descrita.*

**Materiales y Métodos:** *Se incluyeron de manera consecutiva 49 pacientes sometidos a cirugía durante el periodo de tiempo comprendido entre junio de 1999 y junio del 2001. Se realizó ecocardiografía preoperatoria, y seguimiento ecocardiográfico a la semana, un mes, tres meses, seis meses y un año luego de la cirugía; y seguimiento clínico (clase funcional) hasta por dos años.*

**Resultados:** *Se estudiaron en total 49 pacientes, el 53% fueron hombres. La edad promedio fue de 55.49 años (13 - 82).*

---

<sup>1</sup> Cirujano Cardiovascular Clínica Medellín. Profesor Cirugía Cardíaca. CES.

<sup>2</sup> Jefe del Departamento de Cirugía Cardiovascular Clínica Medellín. Profesor Cirugía Cardíaca. CES.

<sup>3</sup> Residente Cirugía Cardiovascular. Instituto de Ciencias de la Salud. CES.

<sup>4</sup> Anestesiólogo Cardiovascular Clínica Medellín. [uccm@geo.net.com](mailto:uccm@geo.net.com)

Concomitantemente se realizó cirugía de revascularización miocárdica en 12 pacientes (24.48%); se reemplazó de manera simultánea la válvula aórtica en 9 (18.36%) y en uno (2.04%) se realizó plastia tricúspidea. En tres pacientes se realizó doble cambio valvular y revascularización miocárdica. En ocho casos (16.32%) se presentaron complicaciones, de los cuales tres fueron complicaciones mayores: dos por sangrado postoperatorio que requirió reintervención; y una muerte (2%) a los 22 días postoperatorios por falla multiorgánica.

A los pacientes se les efectuó seguimiento clínico a los dos años (90%), y ecocardiográfico a un año (84%). La supervivencia y ausencia de complicaciones relacionadas con la cirugía a un año es del 92%. En el preoperatorio el 65.3% de los pacientes estaban en clase funcional de Nueva York III y IV, pasando a clase funcional I el 88.2% a los seis meses y el 100% a un año ( $p < 0.0001$ ).

La fracción de eyección preoperatoria fue de 42.79% (17 – 60), pasando a 48.33 a la semana, 47.92 al mes, 50.37 a los tres meses, 49.71 seis meses, y 48.33 al año de seguimiento. ( $p: 0.00026$ ).

El diámetro ventricular izquierdo en diástole y la relación eje corto/eje largo preoperatorio fueron 5.31 cm y 0.81 respectivamente. Las mismas mediciones a los ocho días, un mes, tres meses, seis meses y un año fueron 5.29, 5.39, 5.26, 5.23 y 5.12 cm para el diámetro en diástole y 0.85, 0.85, 0.82, 0.81 y 0.82 para la relación eje corto/eje largo.

Durante el seguimiento no hubo diferencia estadística en la variación de los diámetros y la relación eje corto/largo del ventrículo izquierdo.

**Conclusiones:** se sugiere la técnica quirúrgica de cambio valvular mitral con preservación completa del aparato valvular, en pacientes con valvulopatía mitral

y dilatación del ventrículo izquierdo, con válvulas no susceptibles de reparo quirúrgico, permitiendo obtener resultados quirúrgicos con bajos riesgos de complicaciones.

El seguimiento a mediano plazo muestra una adecuada tasa de supervivencia, con mejoría estadísticamente significativa en la recuperación de la clase funcional, y en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. Además, los resultados obtenidos permiten concluir que con la técnica propuesta se evita la progresión de la dilatación ventricular propia de la historia natural de la enfermedad.

## **PALABRAS CLAVE:**

Reservación valvular mitral

Ecocardiografía

Diámetro ventricular izquierdo

## **ABSTRACT**

**Objetives:** A prospective study to evaluate a mitral valve replacement technique with preservation of the valvular apparatus and re-suspension of the tendinous cords and determine postoperative functional class, ejection fraction and left ventricular diameters.

**Design:** prospective, descriptive, longitudinal study in patients with mitral valve disease elected for surgical valve replacement in whom this previously described technique was performed.

**Materials and methods:** 49 consecutive patients between June 1999 and June 2001 were included. Pre-operative and follow-up (1 week, 1, 3, 6 and 12 months) echocardiograms were done on the majority of patients.

Clinical follow-up was continued up to two years after surgery.

**Results:** a total of 49 patients, 53% were male, were studied. The mean age was 55.49 years (ranging from 13 to 82). In 12 patients, concomitant bypass surgery was done; combined aortic/mitral valve replacement was performed on nine patients (18.36%); on one case tricuspid valve repair was performed. Three patients underwent double valve replacement and bypass graft surgery. Procedure related complications were observed in 8 patients (16.32%), three of them with major complications (two post-op bleedings that required re-intervention, and one death due to multiorgan system failure at 22 days post-op). 90% of patients were followed at two years and in 84% of cases echocardiographic follow-up was performed. Event-free survival rate at 1-year was 92%. 65.3% of patients were in class III-IV before surgery. At 6 months and 1 year follow-up, 88.2% and 100% of patients were in functional class I ( $p=0.0001$ ). Preoperative ejection fraction was 42.79% (ranging from 17 to 60%). Echocardiographic follow-up results show an improvement in ventricular function (48.33, 47.92, 50.37, 49.71 and 48.33 at 1 week, 1,3,6 and 12 months respectively). When comparing ejection fractions at baseline and six months, a post-op statistical increase was seen ( $p=0.00026$ ). Diastolic Left ventricular diameter and short axis/long axis preoperative relation were 5.31 cm and 0.81 respectively. There were no statistically significant variations in left ventricular axis relations and diameters.

**Conclusions:** Based on these findings, we suggest that in patients with mitral valve disease and left ventricular enlargement who are not candidates for valve repair, mitral valve replacement with preservation of the valvular apparatus is a technique that offers excellent results and low morbidity and mortality rates. Follow-up shows an adequate survival rate, with a significant

improvement in functional class and left ventricular ejection fraction. Based on the results obtained, we conclude that this technique prevents left ventricular dilation which is seen in patients with mitral valve disease left untreated.

## KEY WORDS:

Mitral valve preservation  
Echocardiogram  
Left ventricular diameter

## INTRODUCCIÓN

El procedimiento de cambio valvular mitral con preservación total del aparato valvular ha recibido considerable atención en la literatura sobre cardíaca quirúrgica. Se ha convertido en el procedimiento preferido y de elección para el tratamiento de la enfermedad valvular mitral cuando la válvula no es reparable debido a sus características patológicas.

El reemplazo valvular con preservación del aparato valvular ha mostrado ser superior al reemplazo valvular mitral convencional. La conservación del tejido mitral nativo con resuspensión de los músculos papilares permite recuperar la función ventricular de manera más apropiada que el cambio valvular simple.

Sin embargo, aún existe escepticismo acerca de la seguridad del procedimiento y sus beneficios en cuanto a mejoría en la clase funcional, fracción de eyección y las dimensiones del ventrículo izquierdo. El objetivo principal de este estudio es evaluar a mediano plazo el comportamiento de la clase funcional, fracción de eyección y las

dimensiones del ventrículo izquierdo en pacientes sometidos a cambio valvular mitral con técnica de preservación completa del aparato valvular y resuspensión de las cuerdas tendinosas. Otro objetivo es evaluar la seguridad de la técnica quirúrgica en términos de morbilidad y mortalidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Pacientes:**

Fueron estudiados 49 pacientes que entre junio de 1999 a junio de 2001 fueron llevados a cirugía para cambio valvular mitral con preservación completa del aparato valvular y resuspensión de las cuerdas tendinosas.

### **Técnica Quirúrgica:**

Se realizó estereotomía media, canulación arterial aórtica y canulación venosa bicava convencional, con exposición de la válvula mitral a través de abordaje auricular izquierdo, o transeptal luego de incidir la aurícula derecha. Se realiza una inspección del estado de la válvula y todo el aparato subvalvular determinando la etiología de la enfermedad, reumática o mixomatosa. Se mide el anillo mitral con los medidores diseñados para ello y se procede a la colocación de suturas de poliéster 2-0 con felpa, puntos en U, a lo largo del anillo mitral. Como parte del procedimiento quirúrgico se coloca una válvula protésica o biológica un número menor que el correspondiente según la medición del anillo valvular mitral. Con estos puntos se incluyen las cuerdas tendinosas orientándolas y resuspendiéndolas hacia las comisuras, con lo cual las cuerdas tendinosas y sus músculos papilares recuperan la tensión natural. Si alguna

de las valvas se encuentra severamente engrosada o calcificada, se divide en dos mitades con sus cuerdas tendinosas respectivas. Con las suturas correspondientes a las comisuras se fija el tejido de la valva previamente dividido con el fin de resuspender las cuerdas tendinosas y sus músculos papilares. Estas suturas de poliéster son luego colocadas al anillo de dacrón de la prótesis a implantar. Las valvas demasiado redundantes son plegadas sobre si mismas y ambas hojas de ella son incluidas en la sutura y posteriormente fijadas a la prótesis.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los resultados quirúrgicos tempranos se expresan en términos de porcentajes. La evaluación de las variables pronósticas y factores de riesgo se expresan por medio de análisis de proporciones. Para el análisis del cambio en la clase funcional se aplicó la prueba no paramétrica del "Test de los Signos". El comportamiento de la fracción de eyección se expresó por medio de la evaluación con el Estadístico F. Se consideró como estadísticamente significativo un valor de  $p < 0.05$ .

## **RESULTADOS**

La edad promedio de estos pacientes fue de 55.43 +/- 15.11 años (13 – 82). El 53.06% fueron hombres. No se incluyeron pacientes con cambio valvular mitral previo, presencia de endocarditis bacteriana activa y válvula mitral susceptible de reconstrucción.

En los casos estudiados la insuficiencia mitral fue el diagnóstico predominante (59.18%),

seguida por la estenosis mitral (20.40%). Adicionalmente, diez pacientes (20.40%) tenían diagnóstico de doble lesión mitral, en siete de los cuales la insuficiencia mitral fue la patología predominante.

El 65.30% de los pacientes se encontraban en clase funcional III y IV de la New York Heart Association (NYHA). Se encontró enfermedad coronaria en 12 pacientes (24.48%) y enfermedad valvular asociada en 10 (20.40%), en 9 de los cuales la enfermedad se localizaba en la válvula aórtica y 1 en la válvula tricúspide. Se documentó ritmo sinusal en 31 pacientes (63.26%), 18 de los pacientes (36.73%) objeto del estudio se encontraban en fibrilación auricular al momento de la cirugía. La totalidad de las características preoperatorias se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Características preoperatorias**

Variables demográficas	Número
Edad en años (rango)	55.49 (13 – 82)
Sexo masculino:	26 (53.05%)
Factores de riesgo	n (%)
Diabetes Mellitus:	8 (16.32%)
Tabaquismo:	18 (36.73%)
Fibrilación auricular:	18 (36.73%)
Enfermedad coronaria:	12 (24.48%)
Enfermedad valvular asociada:	10 (20.40%)
Creatinina: Promedio mg/Dl	1.04
Clase Funcional Preoperatoria NYHA.*	n(%)
I	6 (12.20%)
II	11 (22.44%)
III	25 (51.02%)
IV	7 (14.28%)
Diagnóstico Enfermedad Mitral	n(%)
Insuficiencia	29 pacientes (59.18%)
Estenosis	10 pacientes (20.40%)
Doble lesión	10 pacientes (20.40%)

\* NYHA = New York Heart Association.

El tiempo de pinzamiento aórtico fue de 98 minutos y de circulación extracorpórea de 110 minutos en promedio. Los demás resultados quirúrgicos se describen en la tabla 2. La estancia media en unidad de cuidados intensivos y hospitalaria fueron 44.8 horas y 7.4 días respectivamente.

**Tabla 2. Resultados Intraoperatorios.**

Variable	Resultado
Promedio del Tiempo de pinzamiento aórtico en minutos	98.65
Tiempo de circulación extracorpórea	110.92
Abordaje:	n (%)
Aurícula izquierda	33 (67.34%)
Aurícula derecha	16 (32.65%)
Etiología valvulopatía:	n (%)
Mixomatosa	35 (71.42%)
Reumática	14 (28.57%)
Prótesis implantada:	n (%)
Mecánica	44 (89.79%)
Biológica	5 (10.21%)
Salida de circulación extracorpórea:	n (%)
Espontánea	24 (48.98%)
Fibrilación ventricular	25 (51.02%)
Requerimiento de inotrópicos	29 (59.18%)

No hubo muertes intra operatorias. Se presentó una muerte quirúrgica al día 22 postoperatorio por falla multiorgánica con compromiso hepático, renal y cardíaco en un paciente que fue llevado a cirugía con fracción de eyección del 20 % e insuficiencia cardíaca descompensada secundaria a su valvulopatía mitral.

Las complicaciones mayores se presentaron en tres pacientes (6.1%) . Dos pacientes que tuvieron sangrado postoperatorio quienes requirieron reintervención; la otra complicación mayor corresponde al paciente que falleció (2.1%). En

ambos casos de sangrado no se evidenció causa quirúrgica del mismo y este fue atribuido a disfunción hematológica post-circulación extracorpórea.

Las complicaciones menores se presentaron en seis pacientes (12.2%) e incluyeron: tres pacientes

con derrame pleural que requirieron paso de tubo de toracostomía, dos pacientes que presentaron fibrilación auricular de reciente aparición y un paciente con insuficiencia renal aguda que no requirió soporte con diálisis, y se resolvió completamente al alta. (Tabla 3.)

**Tabla 3. Datos Postoperatorios**

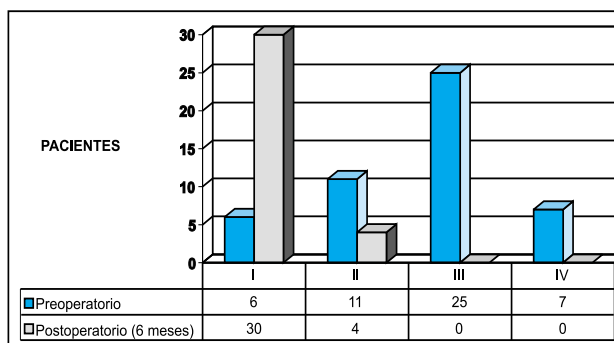
Característica	Valor
Promedio Extubación (horas)	10.04
Promedio Estancia UCI (horas)	44.82
<b>Complicaciones (Total): n(%)</b>	<b>9 (18.35%)</b>
<b>Mayores</b>	<b>3 (6.12%)</b>
Reintervención por sangrado	2 (4.08%)
Muerte (22 días)	1 (2.04%)
<b>Menores</b>	<b>6 (12.24%)</b>
Derrame Pleural	3 (6.12%)
Fibrilación auricular de novo	2 (4.08%)
IRA	1 (2.04%)
Promedio Estancia Hospitalaria (días)	7.45
Promedio INR al alta	2.77

INR = International Normalized Ratio; IRA = Insuficiencia renal aguda; UCI = Unidad de cuidados intensivos.

La clase funcional de NYHA a los ocho días, un mes, tres meses, seis meses y un año de seguimiento demostró una reducción significativa del número de pacientes en clase III y IV.

En esta parte del análisis se tomarán 34 de los 49 pacientes iniciales debido principalmente a que no han completado el tiempo de seguimiento. Al comparar el comportamiento de la clase funcional preoperatorio con la evaluada a los seis meses se observa una mejoría altamente significativa con valor de  $p < 0.001$  (Gráfica 1), pues 28 de los 34 pacientes (82.3%) en ese seguimiento mejoraron de su clase funcional, mientras que seis continuaron en la misma clase funcional (17.6%).

**Grafica 1. Comportamiento de la clase funcional (NYHA)**



Los datos ecocardiográficos preoperatorios mostraron una fracción de eyección de 42.79%. La fracción de eyección en las ecocardiografías de seguimiento fue de 48.33, 47.92, 50.37, 49.71

y 48.33% a los ocho días, un mes, tres meses, seis meses y un año de seguimiento. La fracción de eyección promedio a los seis meses del seguimiento fue de 49.71% (DS:4.75%), contra 42.79% en el preoperatorio (DS:9.79%), lo cual constituye una diferencia altamente significativa (Estadístico F: 14.52, p: 0.000262)

El diámetro diastólico en el eje corto y eje largo del ventrículo izquierdo (VI) en el preoperatorio fueron de 5.31 y 6.17 cm respectivamente en promedio. Durante el seguimiento de estas mediciones se encontraron en 5.29, 5.39, 5.26, 5.23 y 5.12 cm para el eje corto y 6.18, 6.34, 6.32, 6.99 y 6.20 cm para el eje largo a los ocho días, un mes, tres meses, seis meses y un año.

La relación eje corto/eje largo del VI en el preoperatorio fue de 0.81 y de 0.85, 0.85, 0.82,

0.81 y 0.82 a los ocho días, un mes, tres meses, seis meses y un año.

La masa y el índice de masa ventricular izquierdo en la ecocardiografía preoperatoria fueron 203 grs. y 171 grs/m<sup>2</sup> respectivamente. En la ecocardiografía a los seis meses la masa y el índice de masa ventricular izquierda fueron de 223.48 grs. y 119.00 grs/m<sup>2</sup> respectivamente. El tamaño de las aurículas izquierda y derecha en el preoperatorio fue de 19.41 y 14.49 cms. respectivamente antes de la cirugía, y a los seis meses fue de 17.21 y 17.75 cms, dimensiones que no variaron de manera estadísticamente significativa. No se encontró ningún caso de obstrucción al tracto de salida del ventrículo izquierdo ni de los discos protésicos. Los datos ecocardiográficos se muestran en la **Tabla 4**.

**Tabla 4. Datos ecocardiográficos**

Ecocardiografía						
Variable	Preqx	8 días	1 mes	3 meses	6 meses	1 año
Fracción eyección %	42.79	48.33	47.92	50.37	49.71	48.33
<b>DDVI</b>						
Eje corto cm	5.31	5.29	5.39	5.26	5.23	5.12
Eje largo cm	6.17	6.18	6.34	6.32	6.99	6.20
Eje corto/largo	0.81	0.85	0.85	0.82	0.81	0.82
DSVI (cm)	4.48	4.46	4.64	3.54	4.36	4.57
Masa (gr)	171.80	181.90	249.09	215.07	223.48	223.83
Indice Masa (gr/m <sup>2</sup> )	93.67	97.85	134.00	121.82	119.00	103.00
A izquierda (cm)	19.41	14.06	17.71	17.34	17.21	16.33
A derecha (cm)	14.90	10.94	14.76	14.47	17.75	12.67

A izquierda = Aurícula izquierda; A derecha = Aurícula derecha; DDVI = Diámetro diastólico Ventrículo Izquierdo; DSVI = Diámetro sistólico Ventrículo Izquierdo. Preqx= Preoperatorio

No hubo complicaciones ni reintervenciones por problemas valvulares durante el seguimiento. A los seis meses de seguimiento la supervivencia fue de 93.87% y al año de 91.83%

## **DISCUSIÓN**

Los estudios experimentales y clínicos han mostrado los beneficios de la preservación del aparato valvular mitral asociado al cambio valvular mitral<sup>1-4</sup>. Se han descrito numerosas técnicas de preservación con las cuales se ha buscado mejorar la función ventricular izquierda en el postoperatorio, recuperar la geometría elíptica del corazón, evitar el riesgo de obstrucción al tracto de salida del ventrículo izquierdo y en los discos protésicos por el tejido retenido de la valva anterior de la válvula mitral<sup>5-8</sup>. Con esta técnica descrita, se pretende conservar en su totalidad el aparato valvular mitral, lograr una resuspensión de las cuerdas tendinosas e incluirlas en la sutura al anillo de la válvula protésica. Varios autores han demostrado la superioridad del cambio valvular con preservación de la estructura valvular sobre el reemplazo convencional<sup>9</sup>. Los mecanismos por los cuales la conservación del aparato mitral contribuye a la mejoría en la función ventricular pueden incluir ajuste en la precarga del ventrículo izquierdo, disminución de su postcarga, aumento de la contractilidad de las fibras miocárdicas, mantenimiento de la geometría ideal del ventrículo, disminución de la tensión de pared ventricular posterior izquierda y reducción de la elasticidad máxima ventricular izquierda<sup>10</sup>.

En la técnica quirúrgica realizada en los pacientes objeto del estudio se implantó una válvula protésica, mecánica o biológica, un número inmediatamente menor que aquel medido en el

anillo valvular mitral nativo en el momento de la cirugía. En pacientes con insuficiencia mitral y diferentes grados de dilatación del ventrículo izquierdo, la dilatación del anillo posterior de la válvula mitral contribuye a aumentar el grado de insuficiencia. Con la técnica descrita de conservar el aparato mitral, resuspender las cuerdas tendinosas y colocar un válvula de menor número se busca disminuir la dilatación del anillo valvular y así el diámetro diastólico del ventrículo izquierdo.

De los resultados presentados se puede destacar la baja mortalidad (2%), con ninguna muerte intraoperatoria y una muerte a 22 días en un paciente con insuficiencia cardíaca descompensada preoperatoria secundaria a cardiopatía dilatada e insuficiencia mitral, con fracción de eyección del 20 %.

Los pacientes llevados a cirugía se encontraban en una clase funcional de NYHA elevada, con un 65% de ellos en clase III y IV. La fracción de eyección se encontraba deteriorada en promedio de 42 %. Catherine Otto, afirma que aquellos pacientes con fracción de eyección menor a 30% tienen un pronóstico quirúrgico pobre a menos que durante la cirugía se realice algún procedimiento de preservación de la continuidad del aparato valvular<sup>11</sup>. Aunque se elija la fracción de eyección preoperatoria como parámetro para evaluar la función ventricular izquierda se debe advertir que en los pacientes con insuficiencia mitral ésta puede encontrarse falsamente elevada (promedio 15 - 20 % sobre el valor real) debido al flujo retrogrado hacia la aurícula izquierda en la sístole ventricular<sup>12</sup>.

La evidencia científica ha mostrado que el cambio valvular mitral tiene un pronóstico pobre comparado con otras cirugías cardíacas<sup>13</sup>. Los



mejores resultados obtenidos con el reparo valvular mitral demuestran la importancia del aparato valvular en el funcionamiento cardíaco global<sup>14,16</sup>. Sin embargo, características de la válvula nativa como calcificación severa, enfermedad valvular reumática con alteraciones estructurales importantes o gran redundancia en las valvas hacen que el reparo no sea posible y esté condenado a una falla temprana y recurrencia de la valvulopatía.

En estos casos está indicado el cambio valvular por una prótesis mecánica o biológica. A medida que el trasplante cardíaco para pacientes con falla cardíaca en estadio terminal persista siendo limitado, aquellas técnicas quirúrgicas que tiendan a mejorar o al menos preservar la función miocárdica durante al cambio valvular mitral deben ser evaluadas en trabajos prospectivos como el presente. Estas técnicas deben ir soportadas en el concepto de recuperación de la geometría elíptica del ventrículo izquierdo.

Aunque los pacientes estudiados no se encontraban en falla cardíaca terminal, la mayoría se encontraban en clases funcionales avanzadas. La relación eje corto sobre eje largo del ventrículo izquierdo (índice de esfericidad) que ha demostrado mayor supervivencia a mediano y largo plazo es menor de 0.75. Esta relación en los pacientes evaluados fue, en el preoperatorio de 0.81, indicando algún grado de dilatación y disfunción ventricular izquierda. En el seguimiento ecocardiográfico a los ocho días y primer mes este índice se elevó a 0.85 para luego estabilizarse y quedar en 0.82 al año de seguimiento, en la comparación de estos valores no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, es necesario resaltar que durante el seguimiento se evito la progresión de la dilatación ventricular propia de la historia

natural que acompaña los pacientes con insuficiencia mitral.

## **CONCLUSIÓN**

Basados en los hallazgos descritos se sugiere que en pacientes con valvulopatía mitral la técnica quirúrgica, es segura, simple, fácilmente reproducible y permite obtener resultados quirúrgicos con baja morbilidad y mortalidad. El seguimiento a mediano plazo muestra una alta tasa de supervivencia, disminución en la clase funcional, mejoría en la fracción de eyección y detención de la progresión de la dilatación del ventrículo izquierdo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Hansen DE, Sarris GE, Niczyporuk BS, Derby GC, Cahill PD, Miller DC. Physiologic role of mitral apparatus in left ventricular regional mechanics, contraction synergy and global systolic performance. J Thorac Cardiovasc Surg 1989;97:521-33.
2. David TE, Uden H, Strauss HD. The importance of the mitral apparatus in left ventricular function after correction of mitral regurgitation. Circulation 1983;68(Suppl 2):76-82.
3. David TE. Mitral valve replacement with preservation of chordae tendinae: rational and technical considerations. Ann Thorac Surg 1986;41:68880-2
4. Hennein HA, Swain JA, MacIntosh CL, Bonaw RD, Stone CD, Clark RE. Comparative assessment of chordal preservation versus

- chordal resection during mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99:828-37.
5. Yu Y, Gao C, Li G, Zhu L, Wang D, Liu M. Mitral valve replacement with Complete mitral leaflet retention: operative techniques. *J Heart Valve Dis* 1999;8:44-6.
  6. Yun KL, Sintek CF, Miller DC, Scuyler GT, Fletcher AD, Pfeffer TA, Kochamba GS, Khonsari S, Zile MR. Mitral valve preservation during mitral surgery. *Circulation* 1999;100:II90-4.
  7. Sintek C, Pfeffer T, Kochamba G, Khonsari S. Mitral valve replacement technique to preserve the subvalvular apparatus. *Ann Thorac Surg* 1995;59:1027-9
  8. Choh J. Preservation of anterior and posterior leaflet in mitral valve replacement with a tilting-disc valve. *Ann Thorac Surg* 1997;64:271-73.
  9. Zhong-Kai Wu, Pei-Wu Sun, Xi Zhang, Fu-Tian Zhong, Chui-Wen Tong, Kun Lu. Superiority of mitral valve replacement with preservation of subvalvular structure to conventional replacement in severe rheumatic mitral valve disease: A modified technique and results of one-year follow up. *J Heart Valve Dis* 2000;9:616-622.
  10. Spence PA, Peniston CM, David TE, et al. Toward a better understanding of the etiology of left ventricular dysfunction after mitral valve replacement: An experimental study with possible clinical implications. *Ann Thorac Surg* 1986;41:363-71.
  11. Otto C. Evaluation and Management of Chronic Mitral Regurgitation. *N Engl J Med*, 2001;345:740-46.
  12. Rankin JS, Nicholas LM, Kouchoukos NT. Experimental mitral regurgitation: Effects on left ventricular function before and after elimination of chronic regurgitation in the dog. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;70:478-88.
  13. Chaffin JS, Daggett MW. Mitral valve replacement. A nine year follow-up of risks and survival. *Ann Thorac Surg* 1973;27:312-19.
  14. David TE, Burns RJ, Bachus CM, Druck MN. Mitral valve replacement for mitral regurgitation with and without preservation of chordae tendinae. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;88:718-25.
  15. Smolens I, Pagani F, Bolling S. Mitral valve repair in heart failure. *Eur Heart J* 2000; 2:365-71.
  16. Nakano M, Kurosawa H, Okuyama H, Nagahori R, Tatara a, Shimizu S. Mitral valve remodeling using valvuloplasty, chordoplasty and ring annuloplasty. *J Cardiol* 1997; 29 Suppl 2:51-6.

