

11206  
3  
2ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA  
"IGNACIO CHAVEZ"

**FALLA DE ORIGEN  
AUTOTRASPANTE DE VALVULA PULMONAR  
EN POSICION AORTICA**

TESIS DE POSTGRADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO EN LA  
ESPECIALIDAD DE:

CIRUGIA CARDIOVASCULAR

P R E S E N T A:

DR. ANDRES JAIME URIBE

AMOR-SCIENTIA QVE INSEPVAVT CORDI



INSTITVTO-N-DE  
CARDIOLOGIA  
IGNACIO-CHAVEZ

ASESOR:

DR. VALENTIN HERRERA ALARCON

DR. RODOLFO BARRAGAN GARCIA

MEXICO, D. F. 1996



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

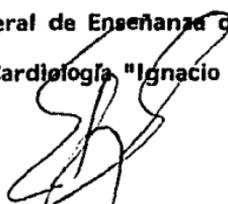
### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

**DR. EDUARDO SALAZAR DAVILA**

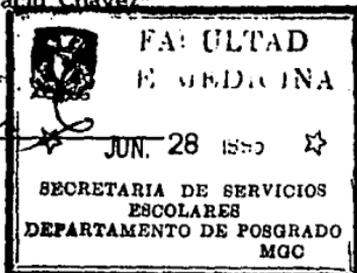
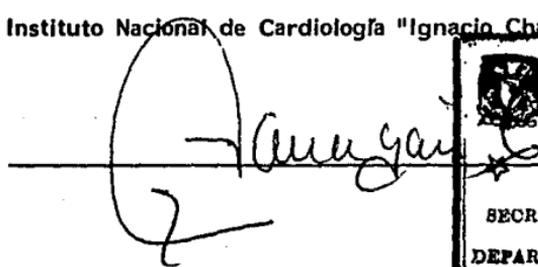
**Subdirector General de Enseñanza del  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"**



**INSTITUTO NACIONAL DE  
CARDIOLOGÍA  
IGNACIO CHÁVEZ  
SUBDIRECCION GENERAL  
DE ENSEÑANZA**

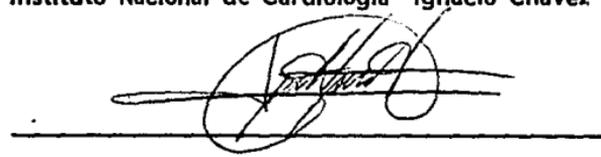
**DR. RODOLFO BARRAGAN GARCIA**

**Profesor Titular del Curso de Cirugía Cardiovascular del  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"**



**DR. VALENTIN HERRERA ALARCON**

**Cirujano Adscrito del Servicio de Cirugía Cardiovascular del  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"**



## **DEDICATORIAS**

Esta tesis se la dedico con todo cariño a mi esposa María Elena y a mis hijos: Claudia, Juanito, Andrés y Andréa, - por haberme brindado su tiempo tan valioso para que yo pudiera realizar mis estudios durante 3 años.

A mi amigo entrañable y compadre el Dr. Valentín Herrera Alarcón, por su apoyo durante estos 3 años de preparación y - porque el fué quien me impulsó a realizar esta subespecialidad.

Al Dr. Rodolfo Barragán, por haberme dado la oportunidad de formarme como Cirujano Cardiovascular, y por la -- enseñanza dada durante mi adiestra- - miento.

**A los Médicos Adscritos del Hospital  
por haber contribuido en mi formación:**

**Samuel Ramírez Marroquín**

**Alejandro Juárez Hernández**

**Fernando López Soriano**

**Felipe Santibáñez Escobar**

**Eduardo Solís Sarmina**

**A mis padres, el Sr. Pedro Jaime  
Arellano y la Sra. Rosa Uribe --  
Moreno, por su apoyo siempre  
desinteresado.**

**A la Sra. Rosa Ma. Muñoz, por  
su apoyo para la elaboración de  
esta tesis.**

## INDICE

1.- INTRODUCCION.....	1
2.- OBJETIVOS.....	3
3.- ANTECEDENTES HISTORICOS.....	4
4.- ANATOMIA DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRICULO DERECHO.....	6
5. BIOMECANICA DEL AUTOINJERTO VALVULAR PULMONAR EN POSICION AORTICA.....	11
6.- DIMENSION Y FUNCION DE LA RAIZ PULMONAR AUTOLOGA..	13
7.- INDICACIONES PARA LA OPERACION DE ROSS.....	15
8.- TECNICA QUIRURGICA.....	18
9.- RECONSTRUCCION DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRICULO LO DERECHO.....	26
10.- MORTALIDAD Y MORBILIDAD.....	28
11.- AUTOINJERTO PULMONAR VS HOMOINJERTO CRIOPRESER- VADO.....	31
12.- VENTAJAS DE LA OPERACION DE ROSS.....	33
13.- DESVENTAJAS DE LA OPERACION DE ROSS.....	35
14.- MATERIAL Y METODOS.....	36
15.- RESULTADOS.....	38
16.- CONCLUSIONES.....	54
17.- BIBLIOGRAFIA.....	55

## INTRODUCCION

En 1967, Ross describió el uso de la válvula pulmonar autóloga - para reemplazar la válvula aórtica. La válvula pulmonar fué implantada - dentro de la raíz aórtica (subcoronaria), y la válvula pulmonar fue reemplazada con otro homoinjerto pulmonar o aórtico.

La viabilidad del autoinjerto valvular pulmonar en la posición aórtica ha sido bien documentada, siendo ésta más resistente al deterioro que los homoinjertos aórticos. En comparación con las prótesis mecánicas, la calidad de vida es superior, pues no requiere el uso de anticoagulación y el riesgo de tromboembolismo, endocarditis y muerte súbita es mínima.

Aunque es un procedimiento complejo comparado con un cambio - valvular aórtico se ha demostrado su seguridad con baja morbilidad y mortalidad.

La reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (TS VD) se realizó inicialmente con homoinjertos frescos y congelados, también se han utilizado heteroinjertos (válvulas de pericardio bovino y válvulas porcinas), y en los últimos años, con el desarrollo de mejores técnicas de preservación de válvulas como la criopreservación, se han utilizado válvulas criopreservadas con excelentes resultados.

En el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez ( INCICH ) se ha reproducido ésta técnica con la variante de reconstruir el tracto de salida del ventrículo derecho con un tubo de pericardio autólogo con una válvula de pericardio bovino desarrollada en el Instituto Nacional de Car-

diología ( INC ). Esta variante en la técnica se ha utilizado debido a que en nuestro país no se cuenta con el desarrollo de la técnica de preservación de homoinjertos.

Siempre se ha hecho el cuestionamiento de cual es la mejor válvula para sustituir una válvula aórtica enferma. Esta pregunta parece tener la respuesta en el autoinjerto pulmonar, ya que éste ha demostrado excelentes resultados a 24 años según los resultados de Ross y de acuerdo con Elkins y Kouchoukos que consideran el autotransplante de la válvula pulmonar en posición aórtica como el ideal.

A principios de los 60s se desarrolló la técnica quirúrgica para cambiar la válvula aórtica y esto fué posible gracias a Behanson, Hufnagel y Corad. Se han utilizado prótesis mecánicas y biológicas para sustituir la válvula aórtica pero estas tienen sus desventajas. Las prótesis mecánicas requieren de una anticoagulación permanente mismo que si no es llevado con un buen control se tiene el riesgo de tromboembolias y hemorragia. Las válvulas biológicas no requieren de anticoagulación, pero tienen una durabilidad limitada. Es por esto que el autotransplante pulmonar ha sido considerado el sustituto ideal para la enfermedad valvular aórtica, ya que a 24 años el 80% de los pacientes están vivos y 85% de estos están libres de reoperación según el Dr. D. Ross, quien es el que tiene más experiencia con ésta técnica quirúrgica a nivel mundial.

## **AUTOTRANSPLANTE PULMONAR**

### **OBJETIVO:**

El objetivo de este trabajo es evaluar los resultados del autotransplante de la válvula pulmonar en posición aórtica y del conducto de pericardio autólogo con válvula de pericardio bovino del INC para reconstruir el tracto de salida del ventrículo derecho.

## **ANTECEDENTES HISTORICOS**

Lowers y cols. demostraron la posibilidad de reemplazar la válvula aórtica con la válvula pulmonar autóloga, en estudios experimentales - de laboratorio realizados en perros en 1960.

En 1967 Ross aplicó ésta idea en la clínica trasplantando la válvula pulmonar autóloga en la posición aórtica y reconstruyendo el tracto de salida del ventrículo derecho con un homoinjerto valvular aórtico o pulmonar preservado con antibióticos.

En 1970 González-Lavín describe la técnica del autotransplante de la válvula pulmonar así como sus indicaciones.

M. Geens y González-Lavín describieron la anatomía quirúrgica de la raíz de la arteria pulmonar, en 1971.

D. Ross en 1976, modifica su técnica original reportando el implante de la raíz pulmonar en posición aórtica con reimplante de los ostias coronarias.

J. Somerville reporta en 1979 los resultados de la reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho con fascia lata, con malos resultados ya que se calcificaron a los 5 años de colocarlas.

Adrezej, G. en 1982 describe la biomecánica de la válvula pulmonar autoinjertada en la posición aórtica.

**Stelzer en 1989 reporta su experiencia usando homoinjertos crio-  
preservados para la reconstrucción del tracto de salida del ventrículo --  
derecho.**

**En 1991 Ross reporta la mayor experiencia en tiempo y número de  
casos con excelentes resultados a 24 años. (1,2,3,4,9,12)**

## **ANATOMIA DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRICULO DERECHO**

La posibilidad de reemplazar la válvula aórtica con la válvula pulmonar autóloga hace indispensable el entendimiento de la anatomía quirúrgica de la raíz de la arteria pulmonar.

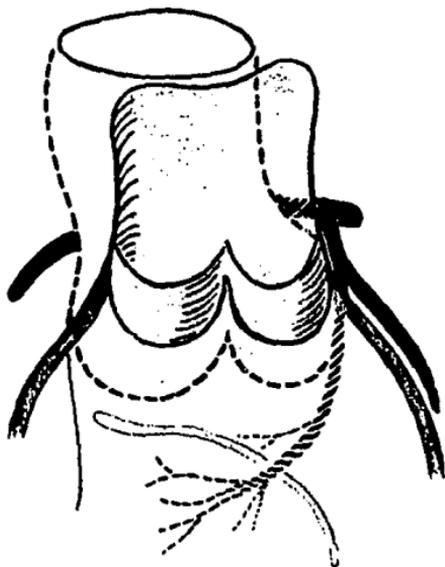
Los primeros pacientes operados por Ross, tuvieron alta incidencia de arritmias e infartos anteroseptales con una elevada mortalidad por lo que se hicieron estudios anatomopatológicos dirigidos principalmente a estudiar la raíz de la válvula pulmonar.

La raíz de la arteria pulmonar es anterior y lateral izquierda a la raíz de la aorta. La válvula pulmonar cuenta con tres valvas, posterior, medial y lateral. Las arterias posteriores e inferiores a la válvula pulmonar son las más vulnerables a dañarse durante la disección de la válvula. Estas arterias son la parte terminal del tronco de la coronaria izquierda, la arteria descendente anterior en su nacimiento y la arteria primaria septal rama de la descendente anterior. El tronco de la coronaria izquierda, su parte terminal, y la descendente anterior en su nacimiento pasa 2 a 3 mm de la superficie posterior de la arteria pulmonar y del anillo pulmonar y esto las hace susceptibles de daño durante la disección de la raíz pulmonar.

También se ha dado particular atención a la primera arteria septal, la cual tiende a ser la más grande de las arterias septales y tiene además una posición anatómica constante. Esta arteria nace hacia el septum 1 y 6 mm de distancia de la valva posterior del anillo pulmonar, y va a irrigar a la rama derecha del Haz de His como estructura anatómica importante.

**Ignorar la relación de estas arterias con el anillo pulmonar, daría como resultado lesión de las mismas, ya sea durante la disección o durante la sutura del homoinjerto, manifestándose estas complicaciones como - isquémia, infarto o arritmias.**

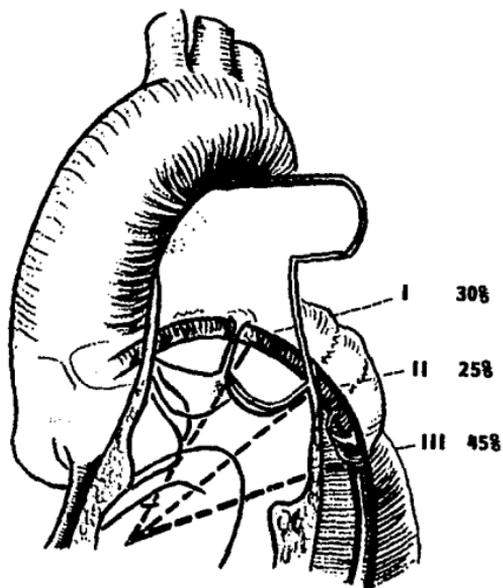
**ANATOMIA DEL TRACTO DE  
SALIDA DEL VENTRICULO DERECHO**



**ESQUEMATIZACION DE LA RELACION QUE  
EXISTE ENTRE LA ARTERIA SEPTAL Y LA  
PULMONAR.**

**TAMBIEN SE OBSERVA LA RELACION DE -  
LA ARTERIA SEPTAL CON LA RAMA - -  
DERECHA DEL HAZ DE HIS.**

## ANATOMIA DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRICULO DERECHO



Dibujo que demuestra la relación de la arteria descendente anterior y el nacimiento de la arteria primera septal en relación con la válvula pulmonar.

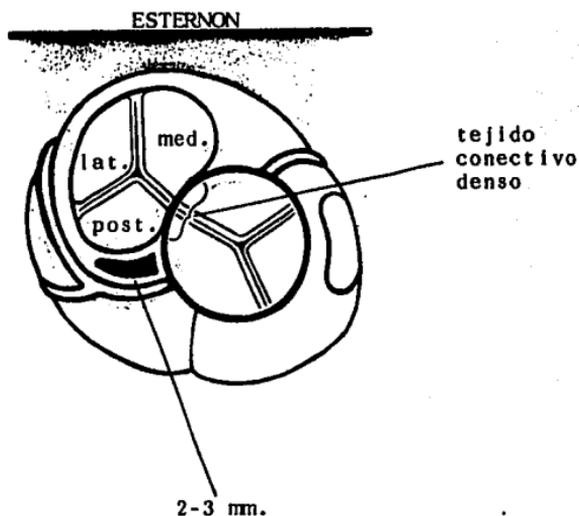
TIPO I: La arteria septal nace arriba de la raíz pulmonar.

TIPO II: La arteria septal nace al nivel de la raíz pulmonar.

TIPO III: En el 45% la arteria septal nace por abajo de la raíz pulmonar.

El tipo I y II son más vulnerables a dañarse durante la disección - de la válvula pulmonar.

**ANATOMIA DEL TRACTO DE SALIDA  
DEL VENTRICULO DERECHO**



**Esquematzación de la relación que existe entre  
la válvula pulmonar y la arteria coronaria. -  
Ambas estructuras están separadas solo por  
una distancia de 2-3 mm.**

## **BIOMECANICA DEL AUTOINJERTO VALVULAR PULMONAR EN POSICION AORTICA**

Se han realizado estudios biomecánicos de la válvula pulmonar reimplantada en la posición aórtica, donde se han calculado las fuerzas de acción sobre la válvula pulmonar. Este cálculo se ha hecho en base a un modelo matemático, donde las fuerzas sobre el autoinjerto valvular pulmonar fueron similares a las ejercidas sobre la válvula aórtica.

Las medidas biomecánicas realizadas sobre la válvula autoinjertada en el simulador y sobre la válvula pulmonar aislada demostraron que la fuerza tensil de la válvula pulmonar fue tres veces mayor a la válvula aórtica, demostrando con esto la capacidad de la válvula pulmonar para tolerar las presiones de cierre desde el momento de su implante sin presentar cambios en su dimensión ni cambios importantes en su distensibilidad.

La mayor fuerza tensil de la válvula pulmonar se explica sobre un modelo de orientación de las fibras que componen la válvula, misma que no tiene la válvula aórtica, y esta diferencia estructural con la aorta puede ser consecuencia de las altas presiones de la arteria pulmonar durante el desarrollo fetal.

Está plenamente demostrado que el autoinjerto valvular pulmonar tiene suficiente reserva de tensión para tolerar el abrupto inicio de las presiones sistémicas.

También se ha demostrado el crecimiento potencial del autoinjerto valvular pulmonar viable, mismo que ofrece la oportunidad de adaptación -

**del injerto en posición aórtica.**

**Otro factor que también puede influir en la adaptación del autoinjerto valvular a la circulación sistémica es el incremento de la saturación de oxígeno.(5)**

## **DIMENSION Y FUNCION DE LA RAIZ PULMONAR AUTOLOGA EN LA POSICION AORTICA**

Uno de los principales problemas del autotransplante de la válvula pulmonar a la posición aórtica han sido los errores técnicos al colocar la válvula, produciendo alteraciones en su geometría y como consecuencia -- produciendo un mal funcionamiento de la válvula siendo esto una causa de reoperación. Por esta razón Ross modifica su técnica original en 1976, realizando autotransplante de la raíz pulmonar en bloque, preservando de -- ésta manera la integridad anatómica de la válvula y su geometría. Este -- procedimiento técnico se ha realizado por algunos grupos pero aún sin generalizarse. Los estudios de dimensión y función del autoinjerto de la raíz de la pulmonar en posición aórtica ha demostrado que la válvula y la raíz no presentan cambios de dimensión y función con buenos resultados clínicos según el estudio de Hans-Sievers y confirmados por R. Elkins. (16, 18 21)

Se han realizado estudios experimentales y de seguimiento en casos clínicos con evaluación hemodinámica y ecocardiográfica demostrando que la función y dimensión de la válvula o raíz autóloga pulmonar injertada -- fue normal a corto y largo plazo después de la exposición al stress de la presión sistémica.

También se demostró por estudios ecocardiográficos el crecimiento de la válvula y raíz pulmonar autóloga en posición aórtica sin evidencia de dilatación del autoinjerto. Además se demostró la normalización de las dimensiones y función del ventrículo izquierdo.

Elkins y cols. no observaron dilatación de la raíz pulmonar autóloga en un periodo de 5 años. La insuficiencia aórtica se ha observado con frecuencia, después de la operación y se ha considerado como una insuficiencia de tipo funcional y atribuido a un incremento del estres hemodinámico, o sea, a un incremento en la presión diastólica como el principal factor en el desarrollo de la insuficiencia y como consecuencia de una reducción en el diámetro de la raíz. (16,18,21,22,24)

## INDICACIONES PARA LA OPERACION DE ROSS

Las indicaciones para el autotransplante de la válvula pulmonar son las mismas que para los homoinjertos y cambios valvulares mecánicos o biológicos. Esta cirugía se debe realizar electivamente y en la actualidad la perspectiva de vida de ésta válvula se ha considerado permanente, habiendo dejado el concepto de cirugía paliativa para ser considerada una cirugía curativa.

La indicación primaria para la operación es proporcionar un reemplazo valvular permanente en pacientes desde la infancia o adultos jóvenes menores de 40 años o en pacientes que tengan una expectativa de vida mayor de 20 años, aunque algunos autores mencionan una expectativa de vida mayor de 40 años. Este procedimiento también se ha realizado en pacientes en la sexta década de la vida aunque ésta indicación se ha abandonado prefiriendo el uso de homoinjertos criopreservados.

La indicación para el implante del autoinjerto pulmonar en posición subcoronaria es la enfermedad aórtica aislada, estando contraindicado realizarlo en presencia de enfermedad valvular múltiple, en pacientes con síndrome de Marfán, en disección de aorta ascendente y en caso de aneur ectasia.

Para realizar el transplante del autoinjerto de la raíz pulmonar a la posición aórtica es necesario tener las siguientes indicaciones: enfermedad valvular aórtica aislada en niños o adultos, síndrome de Marfán, aneurisma de la aorta ascendente, disección de la aorta y endocarditis.

Es importante mencionar que en presencia de endocarditis muchos autores prefieren usar homoinjertos criopreservados y esto porque la frecuencia de endocarditis es mayor en el autoinjerto pulmonar que en el homoinjerto pero la incidencia en relación a otras válvulas es la misma.

Esta cirugía también se ha realizado en pacientes con antecedentes de cirugía previa de la válvula aórtica o del tracto de salida del ventrículo izquierdo. (2,3,4,10,12,17)

## **INDICACIONES**

### **\* AUTOINJERTO SUBCORONARIANO**

- . Estenosis aórtica pura.
  - . Doble lesión aórtica.
  - . Insuficiencia aórtica.
  - . Disfunción de prótesis aórtica.
- \* Generalmente realizado en adultos.

### **\*\* AUTOINJERTO DE LA RAIZ PULMONAR**

- . Anillo aórtico menor de 20 mm.
- . Aorta bivalva (estenosis o insuficiencia).
- . insuficiencia aórtica adquirida o congénita.
- . Endocarditis (aguda o crónica).
- . Disfunción de prótesis aórtica.
- . Anuloectasia.
- . Aneurisma de aorta ascendente.
- . Disección de aorta ascendente.
- . Ostia coronarios opuestos a 180 grados.
- . Estenosis subaórtica.

\*\* Se realiza en niños y adultos jóvenes.

## TECNICA QUIRURGICA

Este procedimiento del autotrasplante de la válvula pulmonar en posición aórtica se puede realizar de dos formas: realizando un implante ortotópico o subcoronario de la válvula pulmonar y la forma es implantando en bloque el tronco de la pulmonar con su válvula en la posición aórtica y reimplante de los ostia coronarios. Ambos procedimientos tienen sus indicaciones específicas. Después de realizar una esternotomía media, se canula la aorta lo más alto posible y se coloca cánula única o en ambas cavas, esto previa heparinización. Se establece la circulación extracorpórea y se coloca un sistema de aspiración ventricular izquierdo a través de la vena pulmonar superior derecha. Después se disecciona el tronco de la arteria pulmonar y la aorta. En hipotermia moderada sistémica (22 a 25 grados) y protección miocárdica con solución cardiopléjica anterógrada y retrógrada y con el corazón en asistolia se realiza la aortotomía con una incisión oblicua hacia el seno no coronario, se inspecciona la válvula aórtica y se reseca. Se prosigue realizando una incisión transversa sobre la arteria pulmonar, explorándose la válvula y si ésta tiene una anatomía normal, se continúa la disección de la válvula pulmonar, seccionando 1 cm arriba de las comisuras y 5 mm abajo del anillo pulmonar, teniendo cuidado de no lesionar la arteria pulmonar ni la válvula, y durante la disección posterior evitar lesionar las arterias coronarias, descendente anterior y primera septal. Se prepara el autoinjerto dándole la forma de la válvula aórtica y se implanta en posición aórtica colocando una primer línea de sutura con prolene fijando el anillo pulmonar con el anillo aórtico, después se realiza la suspensión de las comisuras por separado con prolene fiján-

dolas con un fieltro de teflón por la cara externa de la aorta, continuando la fijación del borde superior de la pared pulmonar a la pared de la aorta con prolene y evitando lesionar o cerrar los ostia coronarios. Se verifica la adecuada funcionalidad de la válvula y se cierra la aortotomía. Simultáneamente se inicia el ascenso de la temperatura.

La reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho se realiza idealmente con un homoinjerto criopreservado, mismo que puede ser pulmonar o aórtico, anastomosando la parte proximal y distal con prolene y solo teniendo cuidado de no lesionar, al colocar los puntos, los vasos coronarios que se encuentran a éste nivel. Al terminar éste momento de la cirugía, ya debe estar depinzada la aorta y prácticamente en normotermia.

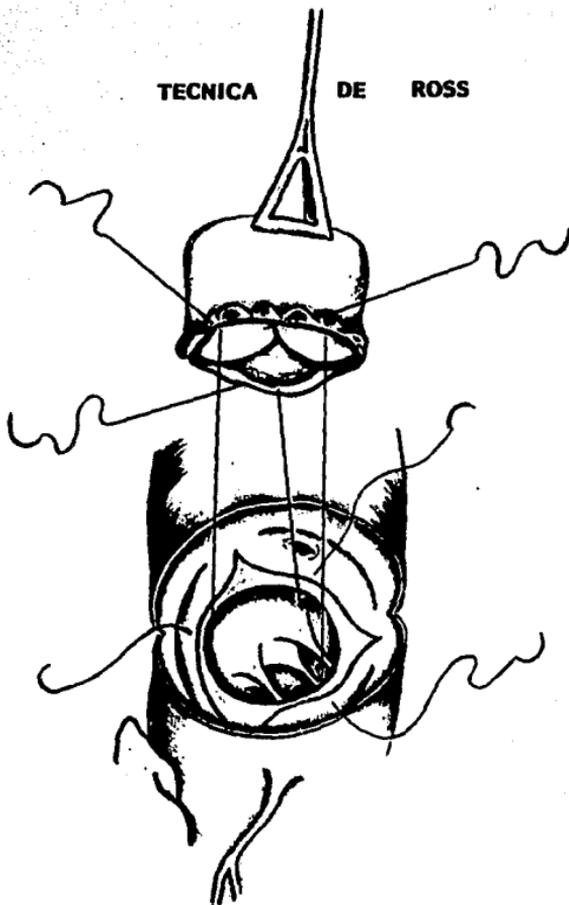
En el INCICH no contamos con homoinjertos por lo que la reconstrucción del TSVD se realizó con un tubo valvado de pericardio autólogo sumergido en glutaraldehído por 3 minutos y una válvula de pericardio bovino del INC que se fabricó durante la cirugía, reemplazando la raíz aórtica con el autoinjerto de la raíz pulmonar y su válvula, es técnicamente más fácil y rápido ya que solo se realiza la anastomosis proximal y distal con reimplante de los ostia coronarios, además se da la explicación por Elkins y cols., de que con esta técnica se conserva la geometría de la válvula y esto evita la insuficiencia aórtica por fallas técnicas reportada con el implante subcoronario. (17,19,20)

## TECNICA DE ROSS



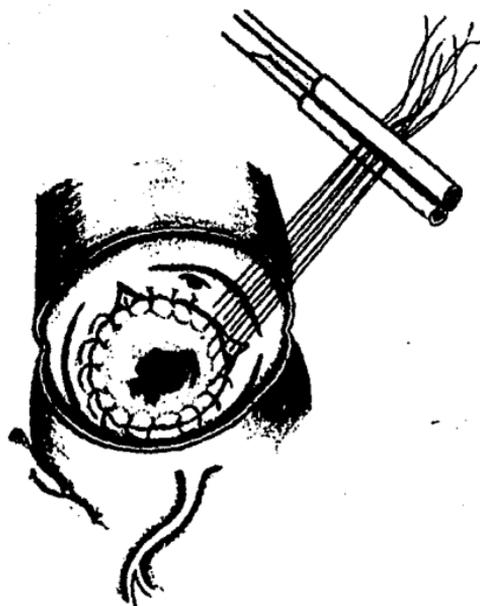
La disección de la válvula pulmonar se debe realizar 3 a 5 mm abajo de el anillo pulmonar sobre el miocardio del tracto de salida del ventrículo derecho. Teniendo especial cuidado en la disección para no dañar las valvas ni los vasos coronarios que pasan posterior a la - válvula.

**TECNICA DE ROSS**



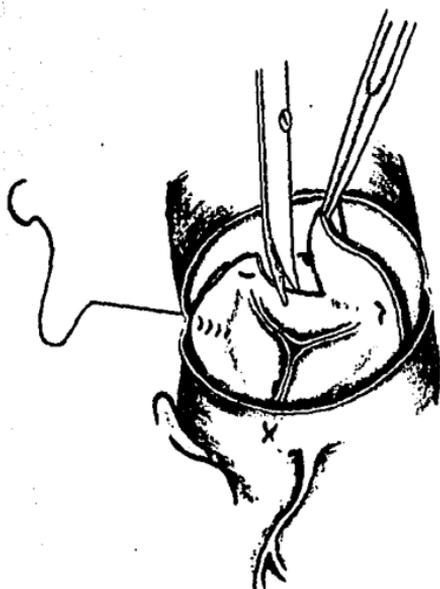
**Al colocar la válvula en la posición  
aórtica, siempre se debe colocar una  
primer línea de sutura del anillo --  
aórtico al anillo pulmonar.**

## TECNICA DE ROSS



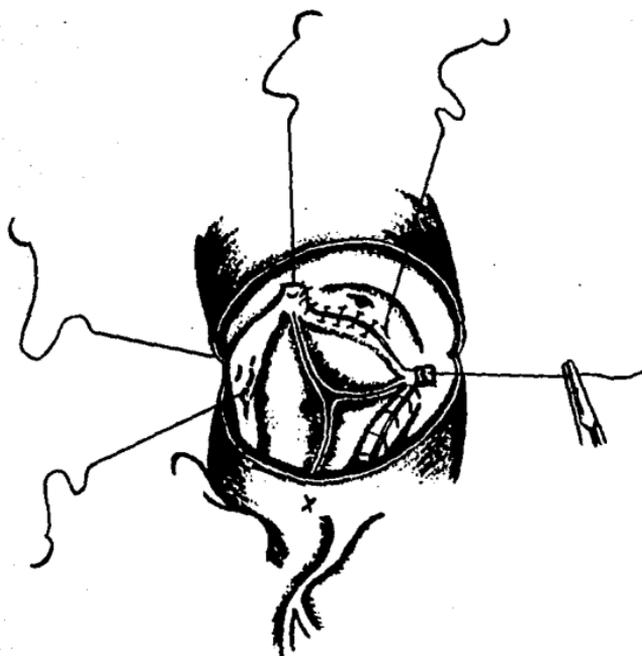
Esquematzación que demuestra como queda fijado el anillo aórtico al pulmonar, mismo procedimiento que se realiza invirtiendo la válvula pulmonar hacia la cavidad ventricular.

## TECNICA DE ROSS



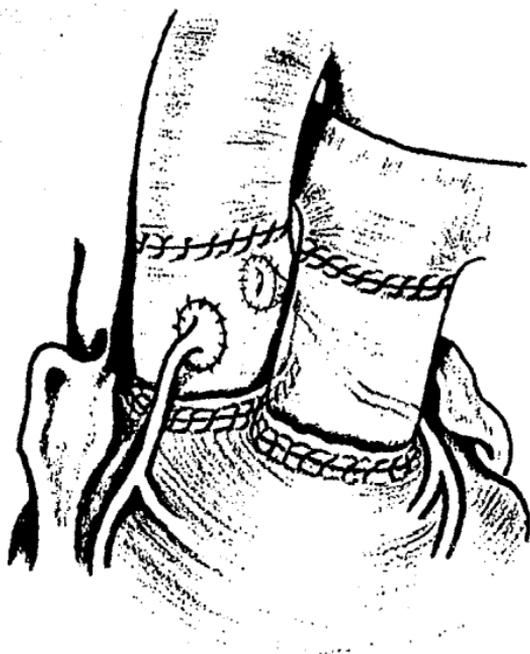
Después de haber fijado el anillo pulmonar con el aórtico, se fijan las comosuras para suspenderlas independientemente y se resaca la pared remanente de la arteria pulmonar para liberar los ostias coronarios.

## TECNICA DE ROSS



Esquemática de la forma en que se realiza el segundo plano de sutura del borde de la pared pulmonar a la aorta y fijación de las comisuras.

## TECNICA DE ROSS



Dibujo que demuestra el implante de la raíz pulmonar en posición aórtica con reimplante de los ostia coronarios y la reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho con un homoinjerto.

## **RECONSTRUCCION DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRICULO DERECHO**

Entre 1967 y 1977 Ross y otros autores describieron la reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho, misma que fue realizada inicialmente con un tubo de fascia lata valvado, después se utilizaron homoinjertos frescos y xenoinjertos porcinos.

Ross reportó un estudio con diez años de control, donde manifiesta los resultados de los diferentes injertos utilizados para la reconstrucción del TSVD. El 50% de los homoinjertos presentaron calcificación a los 6 años correspondiendo el 33% a los homoinjertos congelados en seco, 8% a los homoinjertos congelados y 6% a los homoinjertos frescos.

La reconstrucción del TSVD con fascia lata falló en todos los pacientes, ya que tuvieron que ser reoperados en un periodo de 3 años. (3,4)

Actualmente se reconoce que la reconstrucción del TSVD con homoinjertos frescos no representan un peligro adicional, ya que este se encuentra libre de reoperación y complicaciones en el 81% en el estudio de Ross con 20 años de seguimiento. (12,6)

Virtualmente todas las complicaciones por reoperación del lado derecho, fueron por el uso de fascia lata como conducto valvado.

Tampoco se recomienda el uso de un conducto de pericardio autólogo en este sitio ya que está plenamente demostrado su pronta degeneración. (4,6)

Los xenoinjertos en posición derecha se deterioran aceleradamente en pacientes jóvenes, tienden a estenosarse con alto riesgo de endocarditis y finalmente requieren de reemplazo quirúrgico. Está plenamente -- demostrado que los conductos de dacron, pericardio autólogo, pericardio bovino con una válvula porcina fallan el 100% a los 10 años.(7,13)

Con el advenimiento de nuevas técnicas de preservación, O. Brien utiliza homoinjertos criopreservados para reconstruir el tracto de salida del ventrículo derecho con excelentes resultados a 10 años, con el 100% libres de reoperación, y desde 1986 solo se han utilizado homoinjertos - criopreservados para la reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho.(7,11,13)

Las ventajas de los homoinjertos colocados en el tracto de salida del ventrículo derecho son: a) no requiere de anticoagulación, b) bajo riesgo de endocarditis subaguda y de tromboembolismo, c) excelente durabilidad, d) técnicamente fácil de implantar, e) en caso de falla, generalmente es por insuficiencia, lo cual es bien tolerado y f) adecuada función hidráulica.(7,11,23)

## MORTALIDAD Y MORBILIDAD

Muchas de las defunciones hospitalarias ocurrieron en los primeros años, hecho que reflejó la curva de aprendizaje de la técnica.

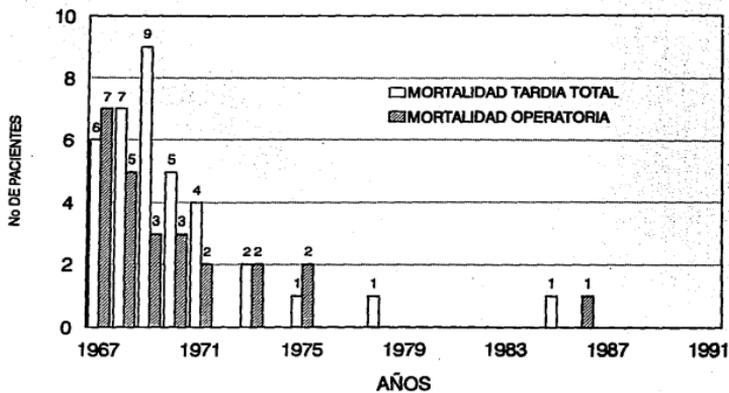
La mortalidad hospitalaria fue inicialmente de 23% disminuyendo a 16% en el 2do. año, este porcentaje fue bajando gradualmente hasta 1972 en que se reporta una mortalidad global del 9% por la mayoría de los grupos. Entre 1972 a 1976 no se reportó mortalidad temprana lo que habla de un mejoramiento en el manejo técnico y médico.<sup>(3)</sup>

Las causas de muerte temprana incluyeron las siguientes: arritmias, bloqueo A-V, infarto, hemorragia, isquemia cerebral y problemas técnicos.

Muchas series reportan una mortalidad temprana del 6.6% pero la mortalidad temprana en la serie de más experiencia y con mayor tiempo de seguimiento del Dr. D. Ross es menor al 1%.<sup>(12)</sup> La sobrevivencia actual es del 80% a 20 años y sólo el 4% estuvo en relación a la válvula.

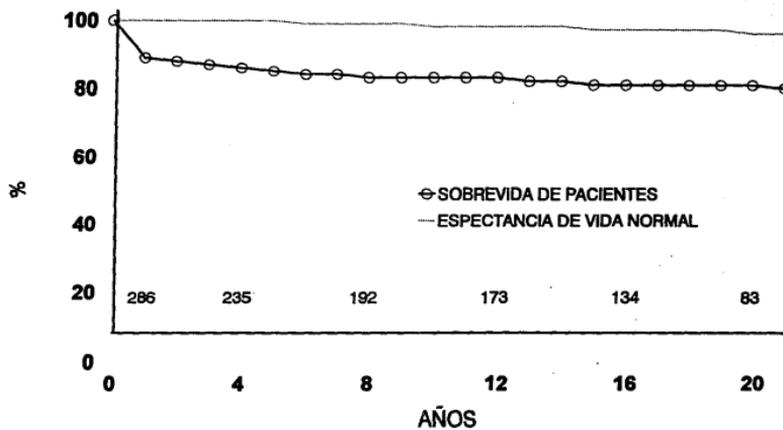
La morbilidad presentada estuvo relacionada principalmente a complicaciones por endocarditis bacteriana, hemorragia en el postoperatorio y degeneración de la válvula en los primeros casos en los que se reconstruyó el TSVD con fascia lata y homoinjertos congelados. Otra causa de complicación ha sido la falla técnica del autoinjerto pulmonar, como fue la colocación de una sola línea de sutura para reimplantar la válvula pulmonar mismo que condicionó insuficiencia importante en los primeros casos operados por D. Ross.<sup>(10,6,4,12)</sup>

# MORTALIDAD TARDIA



La mortalidad operatoria y tardía ocurrió principalmente en los primeros 5 años. Después la mortalidad fué ocasional.

# SOBREVIDA



Sobrevida a 20 años = 80%

## **AUTOINJERTO PULMONAR VERSUS HOMOINJERTO CRIOPRESERVADO**

La reconstrucción exitosa del tracto de salida del ventrículo izquierdo usando homoinjertos valvulares ha sido bien documentada. O. Brien y cols., han demostrado que los homoinjertos valvulares criopreservados son superiores a los homoinjertos frescos almacenados a 4°C. principalmente - en lo que a disponibilidad se refiere.

P. Stwrzer ha considerado como una alternativa primaria el uso de homoinjertos criopreservados aórticos, como un conducto para reemplazar la raíz de la aorta y su válvula. Este es un procedimiento fácil, rápido y con menos riesgo de sangrado, además de que con este procedimiento se evita el problema de mal posición de la válvula. Se ha documentado la viabilidad de los fibroblastos en la válvula de los homoinjertos criopreservados, pero esta viabilidad no se ha documentado en la pared del conducto y la calcificación se presenta en la pared en los primeros 5 años. El endotelio valvular se preserva mínimamente por criopreservación y su papel en la - nutrición de estructuras subyacentes de la válvula se encuentra ausente.

Se ha considerado que los homoinjertos aórticos criopreservados - son muy útiles para reemplazar la raíz aórtica, especialmente en casos complejos de endocarditis aórtica, donde son preferibles sobre los autoinjertos pulmonares.

También los homoinjetos criopreservados son de elección en pacientes mayores de 45 años, ya que se ha estimado su durabilidad por arriba de los 20 años.

Es por eso que los homoinjertos criopreservados son ideales como conducto o válvula para pacientes con una expectativa de vida de 10 a 20 años.

La principal diferencia entre el homoinjerto criopreservado y el - autoinjerto pulmonar para substituir la válvula aórtica es la total ausencia de degeneración estructural del autoinjerto pulmonar. Es por eso que la fisiología actual para usar un autoinjerto pulmonar se aplica principalmente en pacientes con una expectativa de vida mayor de 20 a 30 años. Por eso ésta técnica se ha utilizado principalmente en niños y jóvenes. (9, 10, 15, 18, 22)

## **VENTAJAS DE LA OPERACION DE ROSS**

Son muchas las ventajas de esta técnica quirúrgica para el tratamiento de la enfermedad valvular aórtica en niños, jóvenes y adultos. Está plenamente comprobado por estudios realizados que la válvula pulmonar tiene la capacidad de crecer y es ideal para niños y pacientes jóvenes, -- además de que no requiere de anticoagulación y no se han reportado eventos tromboembólicos, y el riesgo de endocarditis comparado con otro tipo de válvulas es semejante o menor, además tiene una excelente durabilidad a largo plazo y se ha considerado como un procedimiento permanente.(22,23)

Otra característica es que favorece a una buena función hemodinámica ya que tiene flujo central y laminar evitando de esta manera el flujo turbulento de otras válvulas.(2,14)

En resumen las principales ventajas son:

- 1.- La válvula pulmonar, es autóloga, por lo tanto la posibilidad de reacción inmunológica está eliminada.
- 2.- No ocurre deterioro del tejido valvular, ya que está tomado del paciente vivo e inmediatamente es reimplantada.
- 3.- La válvula no requiere de tratamiento químico o de antibióticos antes de ser reimplantada.
- 4.- El autoinjerto no tiene un Stent de soporte o material sintético para fijarlo.
- 5.- La morfología de la válvula pulmonar es la misma a la de la válvula aórtica, por lo que le da una adecuada función hemodinámica.

**6.- No se han reportado incidencias de embolismos, calcificación ni datos de degeneración a 24 años de experiencia.(6,14,23)**

## **DESVENTAJAS DE LA OPERACION DE ROSS**

La principal desventaja de esta técnica quirúrgica es que pacientes con una enfermedad valvular única se convierten en una enfermedad valvular doble. En los primeros casos debido a fallas técnicas en la colocación de la válvula pulmonar, además del riesgo de endocarditis, degeneración, estenosis y calcificación.

El hecho de ser un procedimiento complejo que requiere un tiempo operatorio largo y posibilidad de error técnico, hace que este procedimiento sea vulnerable a la crítica. (22,23)

## AUTOTRANSPLANTE PULMONAR

### MATERIAL Y METODOS:

Se revisaron todos los expedientes de los pacientes que fueron sometidos a la operación de Ross y a los cuales se les reconstruyó el tracto de salida del ventrículo derecho con un tubo de pericardio autólogo con una válvula de pericardio bovino del INC, desde febrero de 1992 hasta diciembre de 1993, en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Se realizó un análisis retrospectivo, transversal, descriptivo clínico y observacional de 13 enfermos; 8 hombres y 5 mujeres. Todos los pacientes sufrían valvulopatía aórtica aislada excepto 2 enfermos que tenían además valvulopatía mitral asociada.

La selección de los pacientes se basó clínicamente en su clase funcional (NYHA II-III). También se realizó la valoración ecocardiográfica preoperatoria tomando en cuenta el diámetro de los anillos aórtico y pulmonar.

Las indicaciones que se observaron para realizar la operación de Ross fueron: pacientes de ambos sexos con edades comprendidas entre la segunda y sexta década de la vida, considerando en general a enfermos cuya perspectiva de vida sea de 20 años o más, primera cirugía sobre la válvula aórtica, y en relación a la etiología se incluyeron enfermos con valvulopatía reumática degenerativa y congénita.

La función ventricular izquierda fue evaluada por ecocardiografía en todos los pacientes y en algunos con cateterismo.

Con ecocardiografía se valoró tanto en el preoperatorio como en el postoperatorio el diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (DSVI), diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DDVI), fracción de acortamiento (FAC), fracción de expulsión (FE).

A los pacientes que se les realizó cateterismo solo se les valoró la permeabilidad de las arterias coronarias y la presión diastólica final del ventrículo izquierdo (D2).

En relación a la técnica operatoria se evaluó el tiempo de perfusión extracorpórea, pinzamiento aórtico, vía de administración de la inducción de cardioplejía.

También se incluye el estudio sobre la evolución del tubo valvulado que se utilizó para la reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho.

Finalmente se evaluaron tempranamente los eventos de arritmias, infartos perioperatorios y procesos infecciosos.

A corto plazo se evaluaron la presencia de endocarditis, tromboembolismo y la evolución de las válvulas aórtica y pulmonar.

Las variables estudiadas fueron examinadas bajo parámetros de estadística descriptiva y los datos obtenidos se reportaron en histogramas y gráficas acordes a sus características.

## RESULTADOS

Entre el periodo comprendido de febrero de 1992 a diciembre de 1993 se operaron 13 casos con la técnica de Ross, de los cuales fueron 8 hombre y 5 mujeres, con una edad máxima de 58a. y una mínima de 22a., con un promedio de 47.7 años. 6 pacientes estaban en el rango de 50 a 60 años, otros 6 en el rango de 20 a 40 años y solo un paciente en el rango de 41 a 50 años. TABLA 1 y 2.

De acuerdo a la etiología se seleccionaron 5 casos con valvulopatía aórtica congénita del tipo de la aorta bivalva correspondiendo al 38.4%. 8 casos fueron de etiología adquirida, de los cuales 5 (38.4%), fueron degenerativa y 3 casos (28) fueron reumáticos. TABLA 3 y 4.

De acuerdo a la NYHA, la clase funcional en el preoperatorio fue II y III, y después de haber sido operados todos se encuentran en clase funcional I. TABLA 5.

En los 13 casos se implantó la válvula pulmonar en posición subcoronaria, con hipotermia moderada utilizando cardioplejia retrógrada en 9 casos y anterógrada en 5 casos mismos que presentaron arritmias de difícil control al salir de bomba. TABLA 6.

El tiempo de perfusión extracorpórea máximo fue de 226 minutos y con un promedio de 150 minutos. El tiempo de pinzamiento aórtico máximo fue de 182 minutos con un mínimo de 116 minutos y promedio de 153 minutos. TABLA 6.

Para reconstruir el tracto de salida del ventrículo derecho se utilizó una válvula biológica del INC de pericardio bovino de 26mm. en 9 casos, 2 de 24mm. y 2 de 22mm. En 2 casos además del procedimiento de Ross, se realizó plastia mitral y comisurotomía en mitral respectivamente, lo cual incrementó el tiempo de pinzamiento aórtico y de perfusión extracorpórea. TABLA 7 y 8.

El tiempo promedio de seguimiento fue de 29.5 meses con un máximo de 36 semanas y un mínimo de 16 meses.

En el seguimiento se evaluó la función ventricular izquierda, comparándolos con los valores preoperatorios que fueron; el diámetro diastólico y sistólico, fracción de expulsión y fracción de acortamiento, no encontrando diferencia significativa ya que la mayoría de los pacientes se encontraban con buena función ventricular y aquellos que tenían función ventricular limítrofe, tampoco presentaron diferencia significativa. TABLA 10 y 11.

Se evaluó también la función de la válvula pulmonar y aórtica, -- detectándose insuficiencia valvular aórtica ligera en 4 casos, que no ha progresado en controles posteriores. También se detectó insuficiencia mitral ligera en 2 casos los cuales son portadores de cardiopatía reumática.

La prótesis valvular en posición pulmonar presentó gradiente -- transvalvular elevado desde el postoperatorio inmediato y esto correspondió a aquellos pacientes con prótesis de 26mm. TABLA 9.

Las complicaciones tempranas fueron ictericia, fiebre, síndrome - postpericardiotomía en 2 casos y solamente un paciente fue reoperado por sangrado. TABLA 12.

La estancia hospitalaria máxima fue de 27 días y la mínima de 9 días con un promedio de 14.1 días por paciente. TABLA 13.

Hasta la fecha no se han detectado complicaciones tardías.

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

---

**MASCULINO**  
8 62%

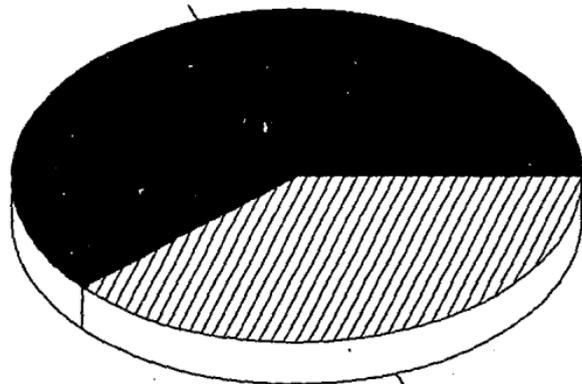
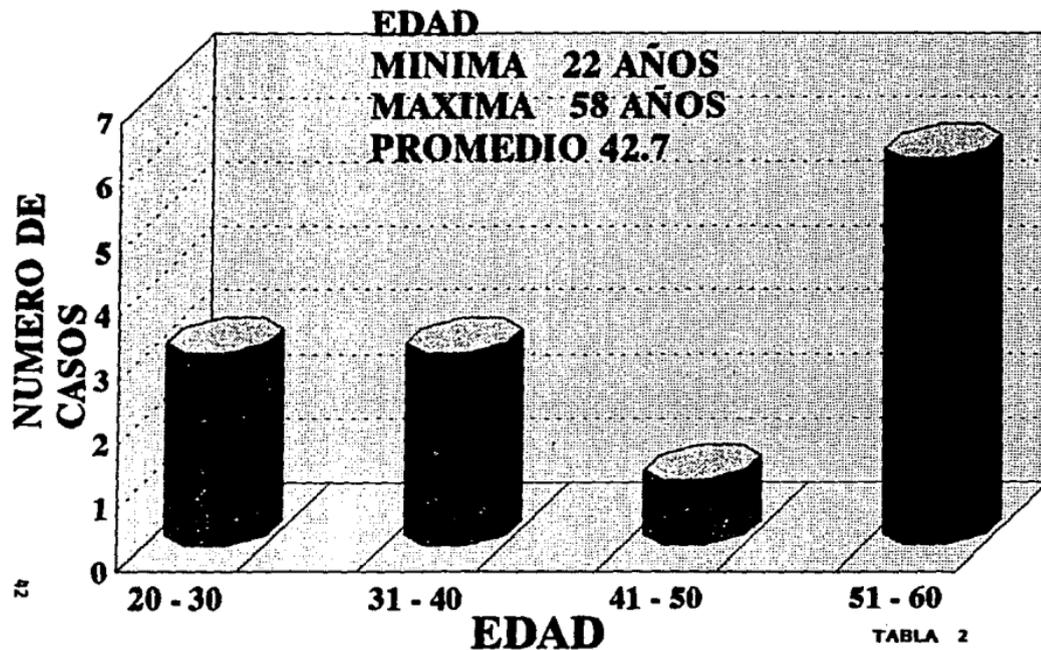


TABLA 1

**FEMENINO**  
5 38%

**SEXO**

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR



# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

ETIOLOGIA	CASOS
<b>CONGENITOS</b>	
AORTA BIVALVA	5
DLA <sub>o</sub> (I)	3
DLA <sub>o</sub> (E)	2
<b>ADQUIRIDOS</b>	
<b>DEGENERATIVOS</b>	5
ESTENOSIS AORTICA	2
DLA <sub>o</sub> (I)	1
DLA <sub>o</sub> (E)	2
<b>VALVULOPATIA REUMATICA</b>	3
DLA <sub>o</sub> (I) + EM	1
DLA <sub>o</sub> (E) + DLM (I)	1
DLA (I)	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>

DLA<sub>o</sub> = DOBLE LESION AORTICA  
 I = INSUFICIENCIA  
 E = ESTENOSIS

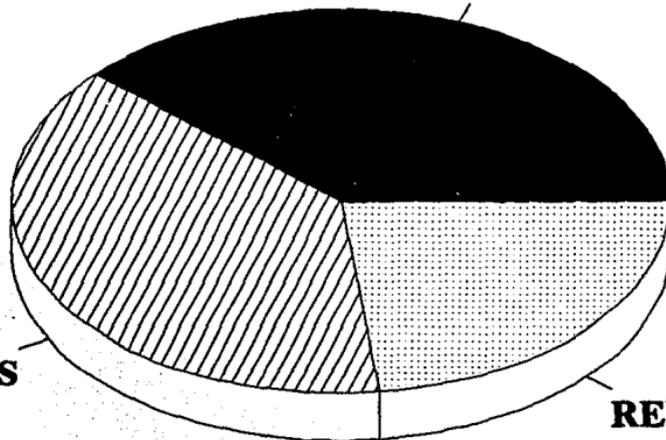
TABLA 3

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

---

**ETIOLOGIA:  
VALVULOPATIA  
AORTICA**

**DEGENERATIVAS  
5 38%**



**CONGENITAS  
5 38%**

**REUMATICOS  
3 23%**

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

## CLASE FUNCIONAL NYHA

---

NYHA	PREOPERATORIO CASOS	POSTOPERATORIO
CLASE II	5	CLASE I
CLASE II - III	7	
CLASE III	1	

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

## TECNICA OPERATORIA

- EN LOS 13 CASOS SE IMPLANTO LA VALVULA PULMONAR EN POSICION SUBCORONARIANA.
- TIEMPO DE PERFUSION EXTRACORPOREA.
  - MAXIMO ----- 226 min.
  - MINIMO ----- 150 min.
  - PROMEDIO ----- 186 min.
- TIEMPO DE PINZAMIENTO AORTICO.
  - MAXIMO ----- 182 min.
  - MINIMO ----- 116 min.
  - PROMEDIO ----- 153 min.
- VIA DE CARDIOPLEJIA.
  - RETROGRADA ----- 9 CASOS
  - ANTEROGRADA ----- 5 CASOS
  - LOS 5 CASOS PRESENTARON SEVEROS TRASTORNOS DEL RITMO, AL DESPINZAMIENTO AORTICO, DE DIFICIL CONTROL.

TABLA 6

# **AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR**

## **TECNICA OPERATORIA**

- **EN TODOS LOS CASOS SE UTILIZO HIPOTERMIA MODERADA.**
- **LA VALVULA PROTESICA BIOLOGICA UTILIZADA PARA RECONSTRUIR EL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRICULO FUE TIPO INC.**
  - 26 mm ----- 9 CASOS.
  - 24 mm ----- 2 CASOS.
  - 22 mm ----- 2 CASOS.
- **EN 4 PACIENTES SE PRODUJO GRADIENTE TRANSVALVULAR PULMONAR DE 16 A 27 mmHg MISMO QUE SE PRESENTO EN VALVULAS DE 26 mmHg.**

**TABLA 7**

# **AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR**

## **TECNICA OPERATORIA**

- **EN DOS CASOS, ADEMAS DEL PROCEDIMIENTO DE ROSS, SE REALIZO PLASTIA MITRAL EN UNA Y COMISUROTOMIA MITRAL EN OTRO, LO CUAL INCREMENTO EL TIEMPO DE PERFUSION EXTRACORPOREA Y DE PINZAMIENTO AORTICO.**
- **EL TIEMPO PROMEDIO DE SEGUIMIENTO FUE DE 29.5 MESES CON UN MAXIMO DE 36 MESES Y UN MINIMO DE 16 MESES.**

**TABLA 8**

# **AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR SEGUIMIENTO**

---

**VALORACION DE LA FUNCION  
VALVULAR AORTICA Y PULMONAR  
DESPUES DE 3 MESES DE POSTOPERATORIO**

- I. SE DETECTO INSUFICIENCIA VALVULAR  
AORTICA LIGERA EN 4 CASOS DE 13,  
MISMA QUE NO HA PROGRESADO EN CONTROLES  
POSTERIORES.**
  
- II. SE ENCONTRO INSUFICIENCIA MITRAL  
LIGERA EN 2 CASOS DE 13 LOS CUALES  
SON PORTADORES DE CARDIOPATIA REUMA-  
TICA.**
  
- III. LA PROTESIS VALVULAR EN POSICION PULMO-  
NAR EN 4 CASOS DE 13 PRESENTO GRADIENTE TRANS-  
VALVULAR ELEVADO DESDE EL POSTOPERATORIO  
INMEDIATO Y ESTO CORRESPONDE A AQUELLOS  
QUE TUVIERON VALVULAS DE 26 mm.**

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

## FUNCION DEL VENTRICULO IZQUIERDO PRE Y POSTOPERATORIO

### PREOPERATORIO (CASOS)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DDVI	68	46	54	49	64	70	70	75	50	58	63	71	45
DSVI	41	34	33	33	50	56	56	54	28	45	49	47	30
FE	54	59	-	-	-	57	-	-	44	68	49	59	78
FAC	22	26	-	33	17	30	30	28	44	39	-	-	-

DDVI= DIAMETRO DIASTOLICO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

DSVI= DIAMETRO SISTOLICO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

FE = FRACCION DE EXPULSION

FAC = FRACCION DE ACORTAMIENTO

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR

## FUNCION DEL VENTRICULO IZQUIERDO PRE Y POSTOPERATORIO

### POSTOPERATORIO ( CASOS )

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DDVI	50	43	47	56	46	45	-	49	36	55	50	55	-
DSVI	40	37	36	28	28	38	-	41	26	33	31	38	-
FE	50	-	50	77	77	-	-	81	50	78	-	65	-
FAC	20	-	-	39	39	-	-	43	-	40	-	30	-

DDVI= DIAMETRO DIASTOLICO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

DSVI= DIAMETRO SISTOLICO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

FE = FRACCION DE EXPULSION

FAC = FRACCION DE ACORTAMIENTO

TABLA 11

# AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA PULMONAR COMPLICACIONES

---

---

## TEMPRANA

A. ICTERICIA	2
B. FIEBRE	2
C. REOPERACION POR SANGRADO	1
D. SIND. POST-PERICARDIECTOMIA	2

## TARDIAS

## SIN COMPLICACIONES

**AUTOTRANSPLANTE DE VALVULA  
PULMONAR  
ESTANCIA HOSPITALARIA**

---

**POST-OPERATORIA**

---

<b>DIAS MINIMOS</b>	<b>9</b>
<b>DIAS MAXIMOS</b>	<b>27</b>
<b>DIAS PROMEDIO</b>	<b>14.1</b>

## CONCLUSIONES

- 1.- Es un procedimiento que ha demostrado excelentes resultados, y que aunque se ha realizado en edades extremas de la vida, es mejor realizarlo en niños y jóvenes o en pacientes con una expectativa de vida mayor de 20 años.
- 2.- El procedimiento es en evidencia complejo que requiere de un período de entrenamiento y que marca una curva de aprendizaje.
- 3.- La selección de los pacientes deberá ser adecuada, tomando en cuenta principalmente a aquellos con valvulopatía aórtica adquirida de tipo degenerativo y aquellos con valvulopatía aórtica congénita. Los casos con valvulopatía inflamatoria crónica como la reumática deberán ser excluidos de esta indicación ya que generalmente la válvula mitral se encuentra afectada y es una enfermedad evolutiva que a futuro va a requerir de un procedimiento quirúrgico y esto hace que el procedimiento de Ross sea vulnerable en pacientes con cardiopatía reumática.
- 4.- La reconstrucción del TSVD deberá realizarse siempre con un homoinjerto criopreservado, principio fundamental de esta técnica, y en caso de no contar con éste, el procedimiento de Ross no deberá realizarse, ya que está plenamente demostrado que las válvulas biológicas en posición pulmonar degeneran el 100% a 10 años.
- 5.- En base a lo mencionado en el punto anterior, se debe crear un programa de homoinjertos criopreservados tanto para la sustitución aislada de la válvula aórtica como complementario en la reconstrucción del TSVD en el autotransplante.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- M. Greens, et al. THE SURGICAL ANATOMY OF THE PULMONARY ARTERY ROOT IN RELATION TO THE PULMONARY VALVE AUTOGRAFT AND SURGERY OF THE RIGHT VENTRICULAR OUTFLOW TRACT. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 62 (2): 262-267, 1971.
- 2.- L. González-Lavin et al. AORTIC VALVE REPLACEMENT WITH A PULMONARY VALVE AUTOGRAFT: INDICATIONS AND SURGICAL TECHNIQUE. *Surgery* 68 (3): 450-455, 1970.
- 3.- G. Gula et al. TEN YEARS EXPERIENCE WITH PULMONARY AUTOGRAFT REPLACEMENTS FOR AORTIC VALVE DISEASE. *Ann. Thorac. Surg.* 29 (4): 392-396, 1979.
- 4.- J. Somerville et al. LONG-TERM OF PULMONARY AUTOGRAFT FOR AORTIC VALVE REPLACEMENT. *British Heart J.* 42:533,540, 1979.
- 5.- Adrzej et al. BIOMECHANICS OF THE PULMONARY AUTOGRAFT VALVE IN THE AORTIC POSITION. *Thorax.* 37:535-539, 1982.
- 6.- A. Robles et al. LONG-TERM ASSESSMENT OF AORTIC VALVE REPLACEMENT WITH AUTOLOGOUS PULMONARY VALVE. *Ann. Thorac. Surg.* 39 (3):238-242, 1985.
- 7.- Richard A. RIGHT VENTRICULAR OUTFLOW TRACT RECONSTRUCTIONS: THE ROLE OF VALVES IN THE VIABLE ALLOGRAFT ERA. *Ann. Thorac. Surg.* 45: 593-594, 1988.
- 8.- Osamu Matsuki et al. TWO DECADES EXPERIENCE WITH AORTIC VALVE REPLACEMENT WITH PULMONARY AUTOGRAFT. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 95: 705-711, 1988.
- 9.- P. Stelzer et al. AORTIC ROOT REPLACEMENT WITH PULMONARY AUTOGRAFT. *Circulation.* 80 (Suplement III): 209-213, 1989.

- 10.- J. Randolph. et al. AORTIC VALVE AND LEFT VENTRICULAR OUTFLOW TRACT REPLACEMENT USING ALLOGRAFT AND AUTOGRAFT VALVES: A PRELIMINARY REPORT. *Ann. Thorac. Surg.* 48: 345-349, 1989.
- 11.- J.J. Lamberti. et al. THE CRYOPRESERVED HOMOGRAFT VALVE IN THE PULMONARY POSITION: MID-TERM RESULTS AND TECHNICAL CONSIDERATIONS. *J. Cardiac. Surg.* 6 (4) suppl.:627-632, 1991.
- 12.- Donald Ross. et al. PULMONARY AUTOGRAFT VALVE REPLACEMENT: LONG-TERM RESULTS. *J. Cardiac. Surg.* 6 (4) suppl.:529-533, 1991.
- 13.- Wolf Peter. et al. LONG-TERM RESULTS AFTER RIGHT VENTRICULAR OUTFLOW TRACT RECONSTRUCTION WITH PORCINE BIOPROSTHETIC CONDUITS. *J. Cardiac. Surg.* 6 (4) suppl.:624-626, 1991.
- 14.- Gino Gerosa. et al. REPLACEMENT OF THE AORTIC VALVE OR ROOT WITH A PULMONARY AUTOGRAFT IN CHILDREN. *Ann. Thorac. Surg.* 51:424-429, 1991.
- 15.- Gino Gerosa. et al. COMPARISON OF THE AORTIC HOMOGRAFT AND THE PULMONARY AUTOGRAFT FOR AORTIC VALVE OR ROOT REPLACEMENT IN CHILDREN. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 102:51-61, 1991.
- 16.- Kathylee S. et al. NORMAL LEFT VENTRICULAR FUNCTION FOLLOWING PULMONARY AUTOGRAFT REPLACEMENT OF THE AORTIC VALVE IN CHILDREN. *J. Cardiac. Surg.* 6 (4) suppl.: 633-637, 1991.

- 17.- Donald Ross. REPLACEMENT OF THE AORTIC VALVE WITH A PULMONARY AUTOGRAFT. THE SWITCH OPERATION. *Ann. Thorac. Surg.* 52: 1346-50, 1991.
- 18.- Ronald C. Elkins. et al. PULMONARY AUTOGRAFT REPLACEMENT IN CHILDREN THE IDEAL SOLUTION. *Ann. Surg.* 216 (3): 363-371, 1992.
- 19.- Ronald C. Elkins. et al. PULMONARY AUTOGRAFT REPLACEMENT OF THE AORTIC VALVE: AN EVOLUTION OF TECHNIQUE. *J. Cardiac. Surg.* 7 (2): 108-116, 1992.
- 20.- M. Urrea. et al. ROSS OPERATION USING A BOVINE BIOPROSTHETIC VALVE WITH AUTOLOGOUS PERICARDIAL CONDUIT IN THE PULMONARY POSITION. *Texas Heart J.* 20 (4): 271-274, 1993.
- 21.- Sievers. et al. TIME COURSE OF DIMENSION AND FUNCTION OF THE AUTOLOGOUS PULMONARY ROOT IN THE AORTIC POSITION. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 105 (5): 775-780, 1993.
- 22.- Kouchoukos. et al. REPLACEMENT OF THE AORTIC ROOT WITH A PULMONARY AUTOGRAFT IN CHILDREN AND YOUNG ADULT WITH AORTIC VALVE DISEASE. *New. E.J. Medicine.* 330 (1): 1-6, 1994.
23. Tom T. THE PULMONARY AUTOGRAFT AS AN AORTIC VALVE REPLACEMENT. *Lancet.* 343:1308, 1994.
- 24.- Ronald C. Elkins. PULMONARY AUTOGRAFT-THE OPTIMAL SUBSTITUTE FOR THE AORTIC VALVE. *N. Engl. J. Medicine.* 330 (1): 59-60, 1994.