



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIA MEDICAS,  
ODONTOLOGICAS Y DE LA SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA “IGNACIO CHAVEZ”**

**Evaluación prequirúrgica de la función ventricular derecha.**

**Valor pronóstico de los parámetros ecocardiográficos**

**TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA**

Carlos David Escobedo Uribe

**TUTOR PRINCIPAL**

Dr. Jesús Vargas Barrón

Programa de maestría y doctorado en ciencias medicas odontológicas y de la  
salud

MEXICO, D.F. JUNIO DEL 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## ÍNDICE

1. Título.....	1
2. Resumen.....	1
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	5
5. Planteamiento del Problema.....	18
6. Justificación.....	18
7. Pregunta de investigación.....	19
8. Hipótesis.....	19
9. Objetivos.....	19
10. Metodología general	
10.1. Tipo de estudio.....	20
10.2. Conformación de la Muestra.....	14
10.3. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.....	21
10.4. Tipo de muestreo.....	21
10.5. Estimación de tamaño muestral.....	22
10.6. Métodos clínicos y de imagen.....	23
10.7. Variables a estudiar.....	25
10.8. Análisis Estadístico.....	27
11. Consideraciones éticas.....	28
12. Resultados.....	29
13. Discusión.....	38
14. Bibliografía.....	41

## **ABREVIATURAS**

FVD: Función ventricular derecha

IVD: Insuficiencia ventricular derecha

ECV: Enfermedad cardiaca Valvular

VD: Ventrículo derecho

VI: Ventrículo izquierdo

DDVD: Diámetro diastólico del ventrículo derecho

TAPSE: Desplazamiento longitudinal del plano anular tricuspídeo del VD hacia el ápex cardiaco (tricuspid annulus plane systolic excursión)

HAP: Hipertensión arterial Pulmonar

PSAP: Presión sistólica de la arteria pulmonar

FEVI: Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo

CVM: Cambio valvular mitral

NYHA: New York Heart Association

DM2: Diabetes mellitus 2

HTA: Hipertensión arterial sistémica

FA: Fibrilación auricular

EVC: Evento vascular cerebral

IRC: Insuficiencia renal crónica

## 1.TITULO

# EVALUACIÓN PREQUIRÚRGICA DE LA FUNCIÓN VENTRICULAR DERECHA VALOR PRONÓSTICO DE LOS PARÁMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS

## 2.RESUMEN

**Introducción:** La función ventricular derecha (FVD) es una determinante de la capacidad de ejercicio; su deterioro tiene un factor pronóstico adverso en pacientes con diversas patologías cardíacas y pulmonares. La enfermedad cardíaca valvular (ECV) de origen reumático sigue siendo un motivo frecuente de consulta en nuestro medio, y estos pacientes suelen cursar con algún grado de insuficiencia ventricular derecha (IVD). En la actualidad se han desarrollado técnicas de imagen para evaluar la FVD de una manera fácil y reproducible.

**Planteamiento del problema:** La magnitud de la IVD se ve reflejada en pacientes con estenosis mitral e hipertensión pulmonar, pues la falla ventricular derecha puede ser la causa de mortalidad en hasta un 60 a 70% de los pacientes no tratados; además de asociarse a una marcada disminución en la tolerancia al ejercicio y al desarrollo de arritmias.

**Justificación:** Los pacientes con ECV mitral representan una población de gran demanda de servicios en nuestro medio. Por tal motivo, es necesario evaluar la FVD como un factor relacionado al pronóstico de esta población. Esta información proporcionará conocimiento para un mejor manejo y comprensión de esta entidad.

**Objetivos:** Primario. Evaluar la relación entre la IVD detectada por ecocardiograma y complicaciones postquirúrgicas como el uso de inotrópicos, días de estancia en la unidad de cuidados posquirúrgicos, infecciones nosocomiales, insuficiencia renal aguda, intubación prolongada y sangrado mayor postquirúrgico.

Secundario: Conocer la frecuencia de insuficiencia ventricular derecha en pacientes que serán operados de cambio valvular en nuestro instituto. Evaluar la relación entre la presencia de insuficiencia ventricular derecha y mortalidad postquirúrgica en este grupo de pacientes con ECV.

**Hipótesis:** La presencia de datos ecocardiográficos de insuficiencia ventricular derecha predice una mayor frecuencia de complicaciones en el periodo postquirúrgico de pacientes con enfermedad cardiaca valvular.

**Metodología:** Tipo y diseño del estudio: Estudio de cohorte ambispectivo observacional longitudinal para evaluar el papel de la falla ventricular derecha como predictor de complicaciones postquirúrgicas. Conformación de la muestra: Se incluyeron pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de ECV mitral llevados a cirugía de cambio valvular mitral y/o tricuspídeo en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". De manera retrospectiva desde enero del 2008 hasta abril del 2011 y de manera prospectiva desde mayo del 2011 hasta enero del 2012. Definición operacional de insuficiencia ventricular derecha: Aquellos individuos con una determinación del desplazamiento longitudinal del plano anular tricuspídeo del VD hacia el ápex cardiaco (tricuspid annulus plane systolic excursion [TAPSE]) menor de 16 mm.

**Resultados:** Se incluyeron 119 pacientes en el estudio. Se identificó una prevalencia de IVD de 31.9% antes de la cirugía. Los pacientes con IVD tuvieron de manera significativa una mayor frecuencia de complicaciones. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en complicaciones como intubación prolongada y el empleo prolongado de inotrópicos; existe una mayor frecuencia en el empleo de 2 o más inotrópicos en el grupo de pacientes con IVD 18 (47.3%) vs 20 (24.6%),  $p=0.013$ , así como un mayor empleo de vasopresores y vasodilatadores pulmonares: 9 (23.6%) vs 4 (4.9%)  $p = 0.002$ . En el análisis de regresión logística la IVD es un factor importante para el desarrollo de complicaciones, con una razón de momios de 3.

**Discusión:** Los pacientes con IVD tienen un mayor número de complicaciones después de la cirugía. Identificamos aspectos importantes como intubación prolongada y un mayor y más prolongado uso de inotrópicos, así como la necesidad de recibir vasodilatadores pulmonares. Estos resultados alertan al clínico ante el perfil de comportamiento hemodinámico y ventilatorio de estos pacientes después de ser operados, identificándolos como un grupo de mayor riesgo. Limitantes del estudio: Si bien utilizamos un parámetro que dista de ser perfecto para la evaluación de la función sistólica del VD como es el TAPSE, nuestros resultados apoyan su valor pronóstico para distinguir pacientes con mayor morbimortalidad. Como perspectiva sugerimos la incorporación del análisis de la función ventricular derecha en los pacientes con valvulopatía mitral que serán operados, como una medida fácil de realizar y con implicaciones pronósticas de relevancia práctica inmediata.

### 3. INTRODUCCIÓN

El estudio de la estructura y función del ventrículo derecho (VD) ha permanecido a la sombra del ventrículo izquierdo (VI) durante décadas. De manera reciente se ha investigado con mayor interés su importante papel en múltiples enfermedades cardiovasculares, reconociendo la necesidad de mayor evidencia sobre su funcionamiento normal y patológico<sup>1-3</sup>. Si bien su compromiso es evidente en las enfermedades que afectan las estructuras vasculares y cardíacas derechas como la hipertensión arterial pulmonar (HAP), ha sido hasta fechas recientes en que se ha identificado el valor pronóstico de su disfunción en otras enfermedades como insuficiencia cardíaca, cardiopatía isquémica, cardiopatías congénitas, tromboembolia pulmonar aguda y crónica, entre otras<sup>4-6</sup>. Sin duda el desarrollo tecnológico en las herramientas para su evaluación ha permitido un mayor y mejor estudio de su función y pronóstico<sup>7,8</sup>. Es por este motivo que su importancia se ha visto reconocida en publicaciones como la publicada por Instituto Nacional para el estudio del Corazón, Pulmón y Sangre en Estados Unidos, en el que se refieren al estudio de la función del ventrículo derecho como una prioridad en la investigación clínica y básica<sup>9</sup>.

## 4. MARCO TEÓRICO

### Aspectos anatómicos y fisiológicos

El ventrículo derecho tiene una disposición anterior en el tórax con respecto al ventrículo izquierdo y se localiza adyacente al esternón de manera normal. Tiene una pared mucho más delgada que el VI, con un grosor de 3-5 mm, sus características lo hacen un ventrículo más adaptado para manejar volumen y no presión<sup>10</sup>. Una de sus características principales es la complejidad de su estructura tridimensional, pues a diferencia del ventrículo izquierdo, cuya forma es similar a una elipse, el ventrículo derecho normal tiene una configuración triangular al ser analizado de manera sagital y de una semilunar en la vista de eje corto. Figura 1.

La contracción normal del VD es secuencial, inicia en la vía de entrada y termina en el infundíbulo, y son 3 los principales mecanismos que influyen en el volumen de eyección: 1) el acortamiento longitudinal que predomina en la fase de eyección, 2) el acortamiento circunferencial principalmente en la contracción isovolumétrica, y 3) la tracción ejercida por el ventrículo izquierdo en los sitios de inserción. La función de la vía de entrada depende principalmente del acortamiento longitudinal; el ápex y la vía de salida del circunferencial. De manera normal la función ventricular derecha está determinada principalmente por el acortamiento longitudinal, sin embargo en ventrículos hipertróficos las fibras tienen una distribución más circunferencial por lo que el acortamiento circunferencial adquiere mayor importancia<sup>11-13</sup>. Figura 2.

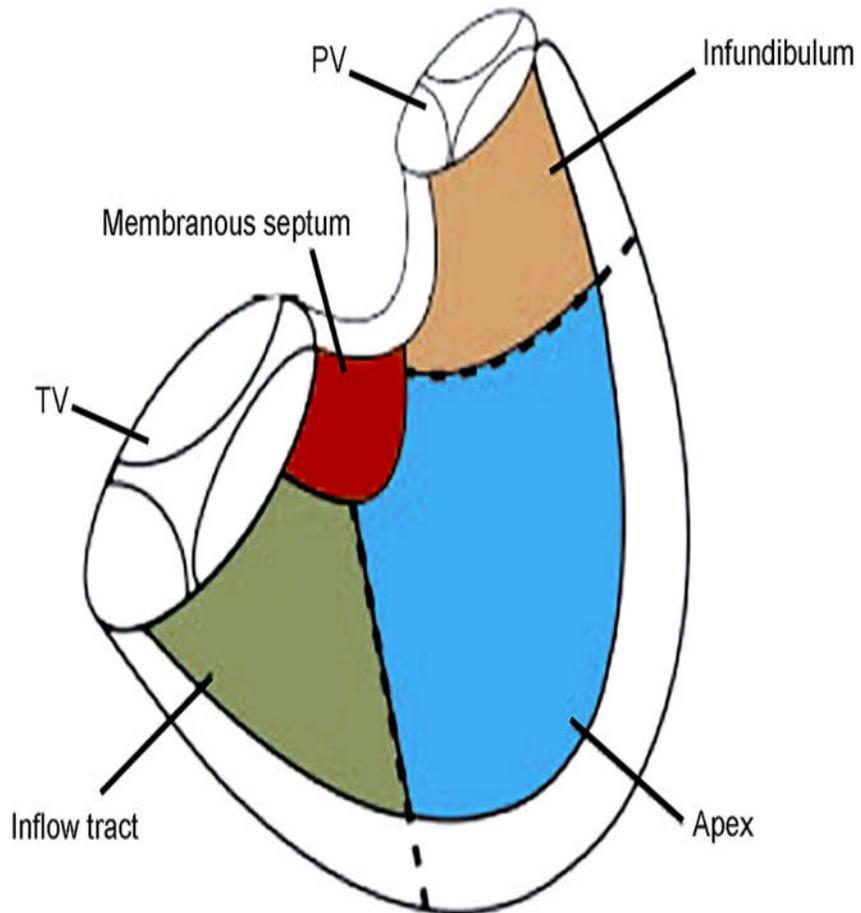


Figura 1. Porciones del ventrículo derecho 1) Tracto de entrada (verde), 2) ápex (azul), 3) infundíbulo (café). J Am Soc Echocardiogr 2009;22:776-792.

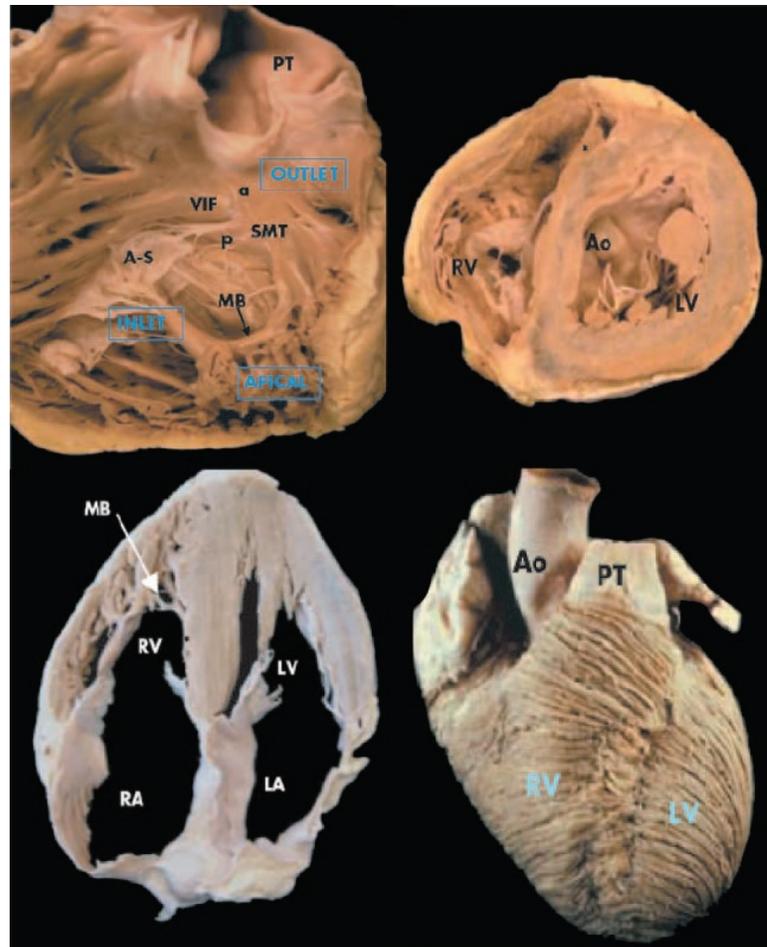


Figura 2. Superior izquierda) Características distintivas de la cavidad ventricular derecha como mayor trabeculación y presencia de banda moderadora. Superior derecha) Corte transversal en eje corto de ambos ventrículos, se observa la disposición en semilunar del ventrículo derecho. Inferior izquierda) Corte axial en 4 cámaras, se observa la pared del ventrículo derecho más delgada en comparación con el izquierdo. Inferior derecha) Vista del epicardio bi-ventricular y distribución de las fibras musculares. *Circulation* 2008;117:1436-1448.

### Importancia clínica de la función ventricular derecha

La función ventricular derecha es una condición determinante de la capacidad de ejercicio y su deterioro tiene un factor pronóstico adverso en pacientes con diversas patologías<sup>14</sup>. La insuficiencia ventricular derecha (IVD) se

define como un síndrome caracterizado por congestión venosa y bajo gasto cardiaco debido a la imposibilidad del ventrículo de llenarse o expulsar sangre adecuadamente<sup>15</sup>; ha demostrado ser un predictor de eventos cardiovasculares en diversas enfermedades cardiovasculares independientemente de la función del ventrículo izquierdo. En la HAP su relevancia ha sido demostrada principalmente en estudios basados en determinaciones hemodinámicas obtenidas mediante cateterismo derecho y posteriormente confirmada con estudios basados en parámetros ecocardiográficos y de resonancia magnética, estableciendo a la función ventricular como un factor de riesgo independiente para eventos cardiovasculares y muerte<sup>16</sup>. En pacientes con infarto agudo del miocardio la extensión de la isquemia al ventrículo derecho incrementa la mortalidad y las complicaciones, por cada disminución del 5% de su fracción de acortamiento se incrementa 1.5 (IC 1.24-1.88) veces el riesgo de eventos cardiovasculares fatales y no fatales; además la IVD ayuda a predecir muerte, reinfarto y hospitalización por falla cardiaca en pacientes revascularizados<sup>17</sup>. En la insuficiencia cardiaca de origen no isquémico se ha identificado que la IVD disminuye sustancialmente la sobrevida de los pacientes e incrementa el número de hospitalizaciones<sup>18</sup>.

### **Enfermedad valvular cardiaca de origen reumático**

La EVC de origen reumático es una consecuencia de la fiebre reumática como una manifestación no supurativa de la infección faríngea por el estreptococo beta hemolítico del grupo A y se considera como un desorden inmunológico. Aún

cuando los casos de fiebre reumática han disminuido en los países desarrollados, esta sigue siendo una causa común de morbimortalidad en los países no desarrollados. Se han informado prevalencias de afección valvular detectada por ecocardiograma en escolares de diversos países con frecuencias de 20/1000 en la India, 30/1000 en Mozambique y hasta 40/1000 habitantes en Nicaragua; estas prevalencias son mayores a las reportadas previamente basadas en la auscultación cardíaca<sup>19,20</sup>. En nuestro país no tenemos una estadística tan fidedigna como la informada en otros países. En el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, lugar de referencia nacional, la estenosis mitral reumática sigue siendo una de las primeras causas de consulta, así como una de las principales indicaciones de cambio valvular.

### **Función ventricular derecha en la cardiopatía reumática.**

La enfermedad valvular reumática sigue siendo una de las principales causas de afección valvular en los países no desarrollados. Por la fisiopatología de la valvulopatía reumática, estos pacientes desarrollan datos clínicos y ecocardiográficos de IVD, debido a la sobrecarga de presión en dicha cavidad<sup>21</sup>. La magnitud de esta afección se ve reflejada en diversos grupos de pacientes, como aquellos que padecen estenosis mitral e hipertensión pulmonar, pues la IVD puede ser la causa de mortalidad en hasta un 60 a 70% de los pacientes no tratados, además de asociarse a una marcada disminución en la tolerancia al ejercicio y al desarrollo de arritmias. Cuando la IVD se desarrolla o incrementa en el periodo

postquirúrgico de una cirugía cardíaca, las complicaciones derivadas de las alteraciones hemodinámicas resultantes de este insulto pueden incrementar los días de estancia intrahospitalaria, la necesidad de transfusión sanguínea, además de incrementar los costos institucionales por los altos requerimientos de fármacos especializados en su tratamiento (vasopresores, inotrópicos, etc)<sup>22-25</sup>. Sin duda este es un problema médico prioritario y frecuentemente olvidado por el equipo médico que atiende a estos pacientes. Por todo esto, es importante la identificación temprana de pacientes con riesgo alto de desarrollar IVD, para poder plantear estrategias de manejo y mejorar la selección de pacientes sometidos a cirugía cardíaca<sup>26</sup>.

### **El ventrículo derecho en el paciente quirúrgico**

La IVD postquirúrgica es una causa de morbi-mortalidad en el periodo postoperatorio de los pacientes a quienes se les realiza cirugía cardíaca. Se asocia a la isquemia miocárdica perioperatoria, la parada cardíaca hipotérmica, el bypass cardiopulmonar y la lesión pericárdica<sup>27</sup>. Su prevalencia varía según la patología cardíaca específica; ya que puede observarse en pacientes con enfermedades diversas y el espectro de su enfermedad va desde la falla ventricular asintomática hasta el síndrome de bajo gasto con insuficiencia ventricular refractaria, la cual tiene una mortalidad elevada. La IVD refractaria ocurre aproximadamente en el 0.1% posterior a la cardiectomía, en el 2-3% de los pacientes con trasplante cardíaco y hasta el 30% en los pacientes que requieren

dispositivos de asistencia ventricular<sup>28</sup>. En un estudio retrospectivo realizado en nuestro instituto se observó que hasta el 44% de los pacientes tenían algún criterio clínico, hemodinámico o ecocardiográfico de IVD después de ser llevados a cirugía cardíaca<sup>29</sup>. En la actualidad se considera a la disfunción ventricular derecha como uno de los factores independientes que incrementan de una manera exponencial la morbi-mortalidad intrahospitalaria de los pacientes operados, llegando a tener una mortalidad de hasta el 75%, dependiendo del grupo de pacientes estudiados. A pesar de que se ha reconocido la importancia pronóstica del VD, su evaluación no está incluida en las escalas para riesgo preoperatorio y es necesaria mayor información sobre su importancia en diversas patologías. En la literatura nacional e internacional no hay publicaciones sobre el impacto de la disfunción ventricular derecha en las complicaciones perioperatorias después de un cambio valvular mitral en pacientes con cardiopatía reumática.

### **Como evaluar la función del VD**

Si bien la resonancia magnética de corazón es el estándar de referencia para la evaluación de la función sistólica del VD, su alto costo y escasa disponibilidad limitan su empleo de manera rutinaria en la toma de decisiones en los pacientes llevados a cirugía cardíaca<sup>30</sup>. En la práctica clínica el ecocardiograma es la principal herramienta para evaluar la estructura y función del ventrículo derecho pues además de su bajo costo, tiene una mayor versatilidad y disponibilidad para su uso en la cama del enfermo<sup>31</sup>. La importancia del

ecocardiograma en la evaluación de la función sistólica del VD se basa en los estudios realizados para evaluar el valor pronóstico en diversas patologías<sup>32</sup>.

En el 2010 fueron publicadas las primeras guías internacionales para la evaluación del ventrículo derecho, en estas se hace especial énfasis en los parámetros recomendados para realizar una evaluación rutinaria del ventrículo derecho<sup>33</sup>. Entre los parámetros recomendados y empleados con mayor frecuencia se encuentran las dimensiones del ventrículo derecho realizadas en una proyección de 4 cámaras dirigida a la evaluación del ventrículo derecho (Figura 3). Además, se describen los métodos para evaluar la función ventricular derecha, con sus valores de referencia; estos métodos son: la fracción de acortamiento del ventrículo derecho (Figura 4), el índice de desempeño miocárdico del VD o índice de Tei (Figura 5), el desplazamiento longitudinal del plano anular tricuspídeo del VD hacia el ápex cardiaco (tricuspid annulus plane systolic excursion [TAPSE], figura 6) y la velocidad del anillo tricuspídeo medido por Doppler tisular (Figura 7); así como la fracción de expulsión del ventrículo derecho por método tridimensional.

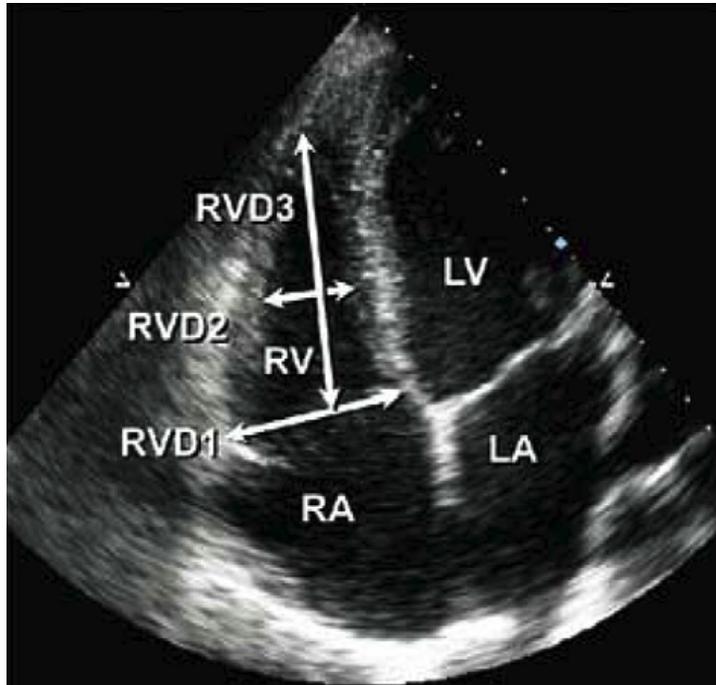


Figura 3. Determinación de los diámetros diastólicos del VD en 4 cámaras. J Am Soc Echocardiogr. 2010; 23: 685-713.

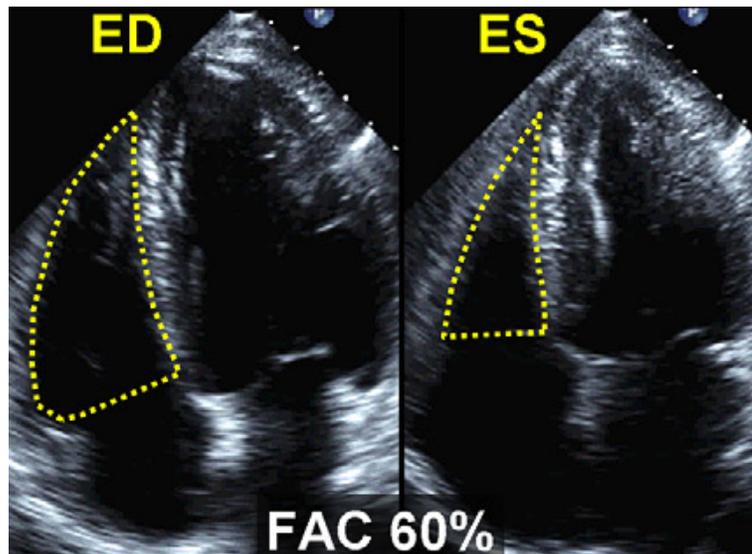


Figura 4. Determinación de la FAC (Fracción de acortamiento de áreas) del ventrículo derecho, se traza el endocardio del VD tanto en sístole como en diástole y se calcula un porcentaje de cambio de áreas. J Am Soc Echocardiogr. 2010; 23: 685-713.

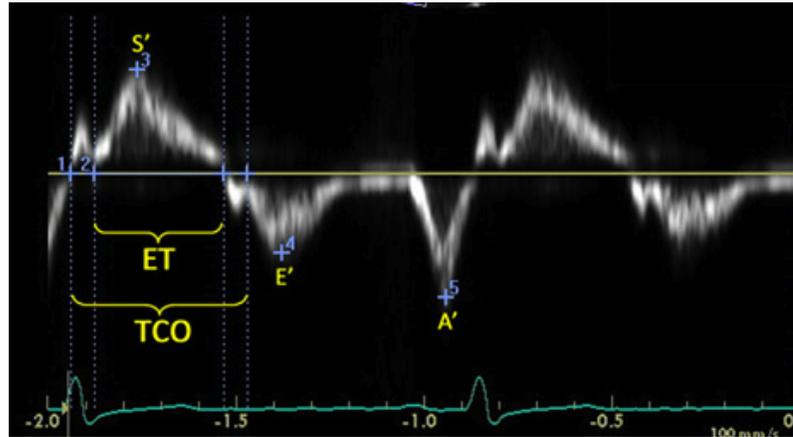


Figura 5. Índice de desempeño miocárdico del VD. Se calculan los tiempos de contracción y relajación isovolumétrica, así como el periodo de expulsión en un trazo de Doppler pulsado a nivel de la válvula tricúspide. J Am Soc Echocardiogr. 2010; 23: 685-713.

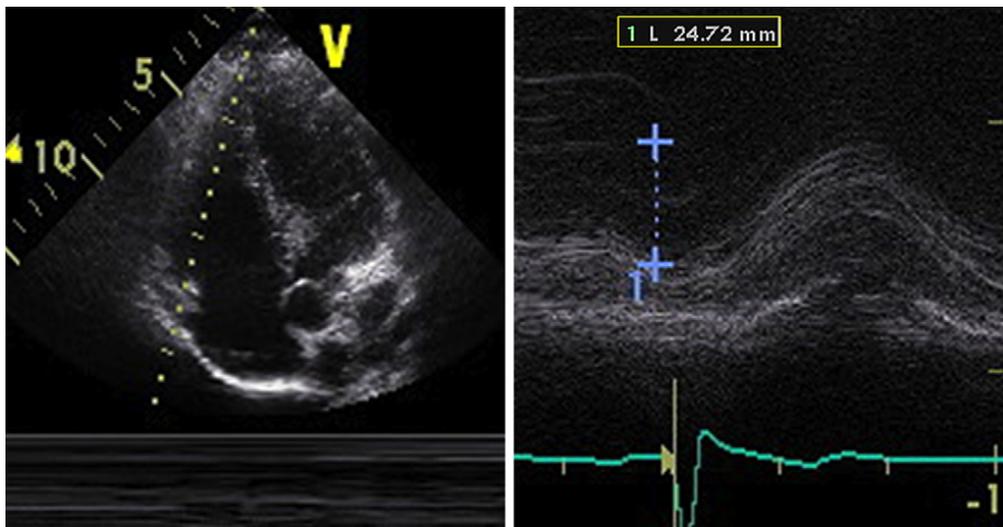


Figura 6. Desplazamiento longitudinal del plano anular tricuspídeo del VD hacia el ápex cardiaco (tricuspid annulus plane systolic excursion [TAPSE]). Medida sencilla de realizar y con un buen desempeño diagnóstico. J Am Soc Echocardiogr. 2010; 23: 685-713.

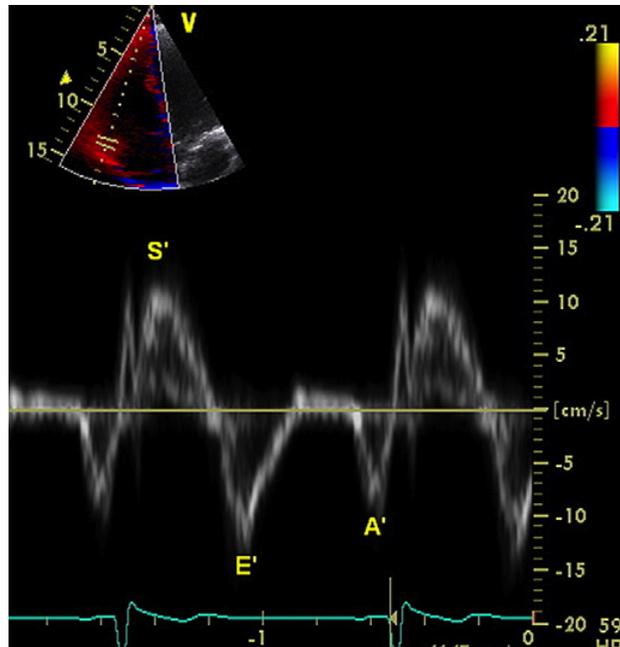


Figura 7. Velocidad del anillo tricuspídeo medido por Doppler tisular. Medición sencilla y reproducible, no se realiza de manera rutinaria. J Am Soc Echocardiogr. 2010; 23: 685-713.

En el presente estudio utilizamos el diámetro basal del ventrículo derecho y el TAPSE según se recomienda por las guías para la evaluación del ventrículo derecho publicadas por la sociedad americana de ecocardiografía en el 2010.

Como antecedente se investigó en la literatura el desempeño diagnóstico de los diversos parámetros de evaluación de la función sistólica del VD, presentamos los resultados de los 2 más relevantes. Pinedo y colaboradores en 30 pacientes con valvulopatía mitral llevados a cirugía cardiaca estudiaron el desempeño diagnóstico de diversos parámetros ecocardiograficos<sup>34</sup>, identificando al TAPSE y la velocidad sistólica pico del anillo tricuspídeo como los mejor evaluados (Figura 8).

**TABLE 3. Strength of Agreement of the Inter- and Intra-Observer Analysis for Each Echocardiographic Parameter**

	<b>Inter-Observed ICC</b>	<b>Observer ICC</b>
TAPSE (n=30)	0.79	0.94
TDPV (n=30)	0.75	0.93
FS-dia (n=27)	0.48	0.52
FS-RVOT (n=29)	0.3	0.48
FS-area (n=30)	0.27	0.51

FS-area indicates fractional shortening of right ventricular areas; FS-dia, fractional shortening of right ventricular diameters; FS-RVOT, fractional shortening of right ventricular outflow tract; ICC, intraclass correlation coefficient; TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion; TDPV, tricuspid annular peak systolic velocity on tissue Doppler imaging.

Figura 8. Coeficientes de correlación intraclase para los diferentes parámetros ecocardiográfico. Rev Esp Cardiol. 2010;63(7):802-9.

De igual forma, Sato y colaboradores evaluaron el desempeño de los parámetros ecocardiográficos de IVD en 37 pacientes con HAP<sup>35</sup> (Figura 9), en este estudio, el TAPSE fue el parámetro con mejor desempeño diagnóstico al ser comparado con la FVD medida por resonancia magnética, además de tener una baja variabilidad inter- e intraobservador. (Figuras 8 y 9)

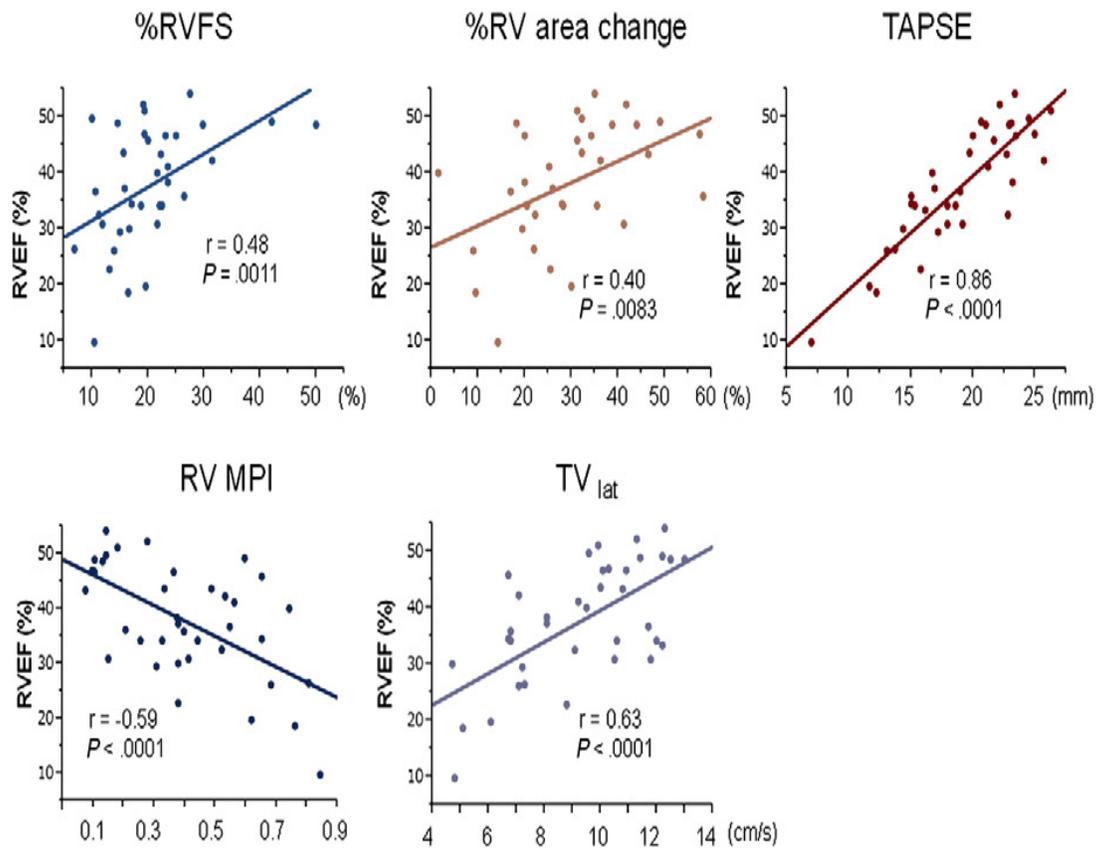


Figura 9. Coeficientes de correlación entre FEVD medida por resonancia magnética y 5 parámetros ecocardiográficos. J Am Soc Echocardiogr 2012;25:280-6.

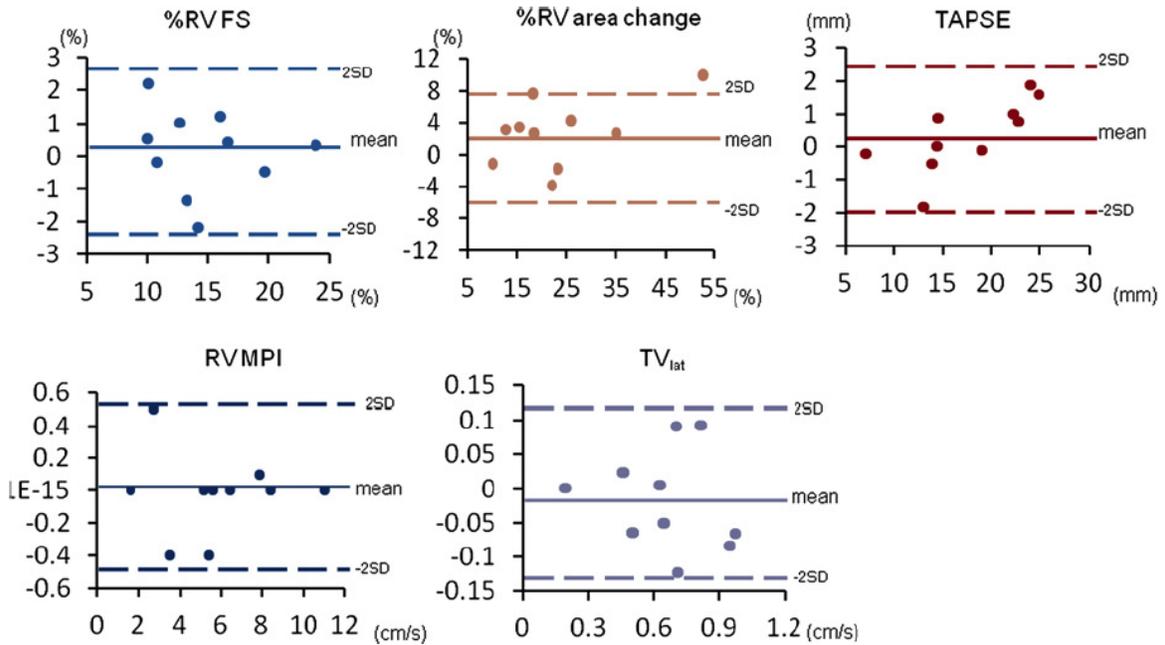


Figura 10. Análisis de Bland-Altman para la variabilidad intraobservador de los 5 parámetros ecocardiográficos de FVD. J Am Soc Echocardiogr 2012;25:280-6.

En base a la literatura actual y a lo realizado en la práctica diaria en el instituto Nacional de Cardiología se seleccionó el parámetro con mejor desempeño diagnóstico, más fácil de realizar y más comúnmente utilizado, el TAPSE.

## **5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los pacientes con enfermedad cardíaca valvular (ECV) representan una población de gran demanda de servicios cardiovasculares en nuestro medio, dada la frecuencia de secuelas valvulares reumáticas en la población de los países en vías de desarrollo y el incremento en la frecuencia de enfermedad valvular degenerativa en los grupos de mayor edad. Estos pacientes tienen frecuentemente afección del ventrículo derecho lo cual puede influir de manera adversa en su pronóstico después de una cirugía de cambio valvular.

Por tal motivo, consideramos que en nuestro medio es necesario realizar un análisis ecocardiográfico de la función ventricular derecha en pacientes con enfermedad cardíaca valvular de origen reumático que serán sometidos a cirugía de cambio valvular (mitral y/o tricuspídeo) para conocer la frecuencia de esta afección en nuestros pacientes y determinar su importancia en el desarrollo de complicaciones posteriores a la cirugía.

## **6. JUSTIFICACIÓN**

La insuficiencia ventricular derecha es una determinante importante de morbimortalidad en las enfermedades cardíacas. En nuestro medio no existe un estudio que evalúe la falla ventricular derecha en pacientes que serán llevados a cirugía de cambio valvular, por lo que obtener información en relación a este síndrome proporcionará conocimiento para un mejor manejo y comprensión de esta entidad, y establecer medidas de prevención antes de una cirugía.

## **7. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿La disfunción ventricular derecha prequirúrgica, en pacientes con valvulopatía reumática llevados a cirugía de cambio valvular mitral, es un factor de peor pronóstico?

## **8. HIPÓTESIS**

La presencia de datos ecocardiográficos de falla ventricular derecha predice una mayor frecuencia de complicaciones en el periodo postquirúrgico de pacientes con enfermedad cardiaca valvular de origen reumático.

## **9. OBJETIVOS**

### **1. Primario:**

- Evaluar la relación entre los parámetros ecocardiográficos de función ventricular derecha y complicaciones postquirúrgicas, como el uso de inotrópicos, días de estancia en la unidad de cuidados posquirúrgicos, infecciones nosocomiales e intubación prolongada.

### **2. Secundario:**

- Conocer la frecuencia de insuficiencia ventricular derecha en pacientes que serán operados de cambio valvular en nuestro instituto.

- Evaluar la relación entre la presencia de insuficiencia ventricular derecha y mortalidad postquirúrgica en este grupo de pacientes con ECV.

## **10. METODOLOGÍA GENERAL**

### **10.1 Tipo y diseño del estudio**

Se llevó a cabo un estudio de ambispectivo observacional longitudinal para evaluar el papel de los parámetros ecocardiográficos de falla ventricular derecha como predictores de complicaciones postquirúrgicas en una cohorte de pacientes llevados a cirugía cardiaca.

### **10.2 Conformación de la muestra**

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de enfermedad cardiaca valvular de origen reumático, llevados a cirugía de cambio valvular mitral con o sin cambio o plastía de la válvula tricúspide en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. De manera prospectiva desde mayo del 2011, hasta diciembre del 2012 y de manera retrospectiva desde enero del 2010 hasta abril del 2011.

### **Universo de población**

Pacientes operados de cirugía cardiaca con cambio valvular mitral con o sin plastía de la válvula tricúspide, mayores de 18 años en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

### **Población elegible**

Pacientes con diagnóstico de enfermedad cardíaca valvular de origen reumático que hayan sido llevados a cirugía valvular mitral con o sin cambio o plastía de la válvula tricúspide en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, de quienes se cuente con información clínica necesaria para el análisis.

### **10.3 Criterios**

**De inclusión:** Individuos mayores de 18 años con diagnóstico de enfermedad cardíaca valvular de origen reumático, que vayan a ser sometidos a cirugía de cambio valvular mitral, con o sin cambio o plastía de la válvula tricúspide en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

**De exclusión:** Pacientes con cardiopatías de origen no valvular, endocarditis, más de un cambio valvular previo, triple cambio valvular en la misma cirugía, cirugía de revascularización coronaria, neumopatía grave diagnosticada previamente, tromboembolia pulmonar previa, enfermedad valvular asociada a disección o aneurisma aórtico, paciente con co-morbilidades no cardíacas graves que por su riesgo quirúrgico se consideren no candidatos a cirugía.

**De eliminación:** Pacientes en quienes no se logre obtener los parámetros ecocardiográficos a evaluar, imágenes transtorácicas no adecuadas para ser procesadas. Pacientes que no cuenten en el expediente con los parámetros a evaluar.

### **10.4 Tipo de muestreo**

Mediante un muestreo no probabilístico se incluyeron consecutivamente individuos con ECV, programados para cirugía de cambio valvular mitral y tricuspídeo, en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” a partir del mayo del 2011 a diciembre del 2012. Los pacientes fueron identificados en la lista de programación semanal de cirugía. Se analizó de manera retrospectiva los expedientes de todos los pacientes que fueron sometidos a cirugía de cambio valvular mitral y tricuspídeo, en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” de enero del 2010 a abril del 2011.

#### **10.5 Estimación de tamaño de la muestra**

En base a un estudio retrospectivo previo realizado en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, en el que se evaluó la frecuencia de complicaciones en pacientes con falla ventricular derecha postquirúrgica, se calculó el tamaño de la muestra.

	IVD	SIVD	P
TAPSE (mm)	11.7 (4.3)	16.1 (1.8)	0.22
FACA (%)	27.1 (8.5)	36.8 (7.6)	0.21
Índice de TEI	0.62 (0.18)	0.47 (0.11)	0.149
dP/dT	576 (320)	645 (219)	0.106
PSAP (mmHg)	45.1 (12.8)	38 (9.2)	0.019
PMAP (mmHg)	31.8 (10.4)	24 (6.6)	0.011
PAD (mmHg)	11.7 (4.7)	10 (3.4)	NS
RVP (dinas)	350 (279)	158 (41.9)	0.032
ITVD	1.2 (0.63)	0.82 (0.5)	NS
Complicaciones %	87.5	12.5	0.004
Inotrópicos (hr)	74.9 (56)	24.8 (28)	0.003
Intubación (hr)	70 (69)	21 (20)	<0.001
Est. TPQ (días)	5.6 (3.9)	3 (1.3)	<0.001

Se empleó la siguiente fórmula, utilizando la diferencia de proporciones observada en el estudio previo y considerando un valor de  $\alpha$  de 0.05 y un poder de 80%.

$$n = \frac{\sqrt{Z_{\alpha} (2P (1-P) - Z_{\beta} \sqrt{P_1 (1-P_1) + P_2 (1-P_2)})}}{(P_1-P_2)^2}$$

Donde P1 = 0.125 y P2= 0.875

$Z_{\alpha}$ = 1.96     $Z_{\beta}$ = 1.58

$$\frac{1.96 \sqrt{0.12 (0.875) - 1.58 \sqrt{(0.87) (0.12)}}}{-0.75}$$

Se calcula una n de 16 pacientes por grupo, con un 20% de pérdidas que corresponde a 19 pacientes por grupo

En base a las recomendaciones realizadas durante el transcurso de la maestría, se incrementó el tamaño de la muestra para realizar análisis multivariado de acuerdo a las variables de relevancia clínica.

### **10.6 Métodos clínicos y de imagen**

A los pacientes incluidos de manera prospectiva se les identificó en la lista de programación de cirugía realizada una semana antes. El tipo de valvulopatía, la severidad y válvula a ser cambiada fue definida por el médico tratante que refiere a su paciente para ser sometido a cambio valvular. A todos los pacientes se les realizó un ecocardiograma transtorácico convencional y dirigido a identificar los parámetros de interés, utilizando los valores de normalidad recomendados por la sociedad americana de ecocardiografía. Los estudios ecocardiográficos se realizaron empleando un equipo iE33 Matrix (Phillips, Andover, MA). Una vez operados se les dio seguimiento durante su estancia en la unidad de cuidados postquirúrgicos y en el piso general de hospitalización para detectar directamente el desarrollo de complicaciones, además se registraron los días de estancia intrahospitalaria y mortalidad. Una vez egresados se les dio seguimiento hasta por 30 días (Figura 12) . A todos los pacientes se les realizó un cuestionario sobre sus datos demográficos, así como sus antecedentes personales patológicos y datos

clínicos relacionados con la enfermedad valvular, incluyendo la calificación de riesgo EUROSCORE, utilizada de manera rutinaria para predecir morbilidad postoperatoria, además de los datos inherentes al procedimiento quirúrgico.

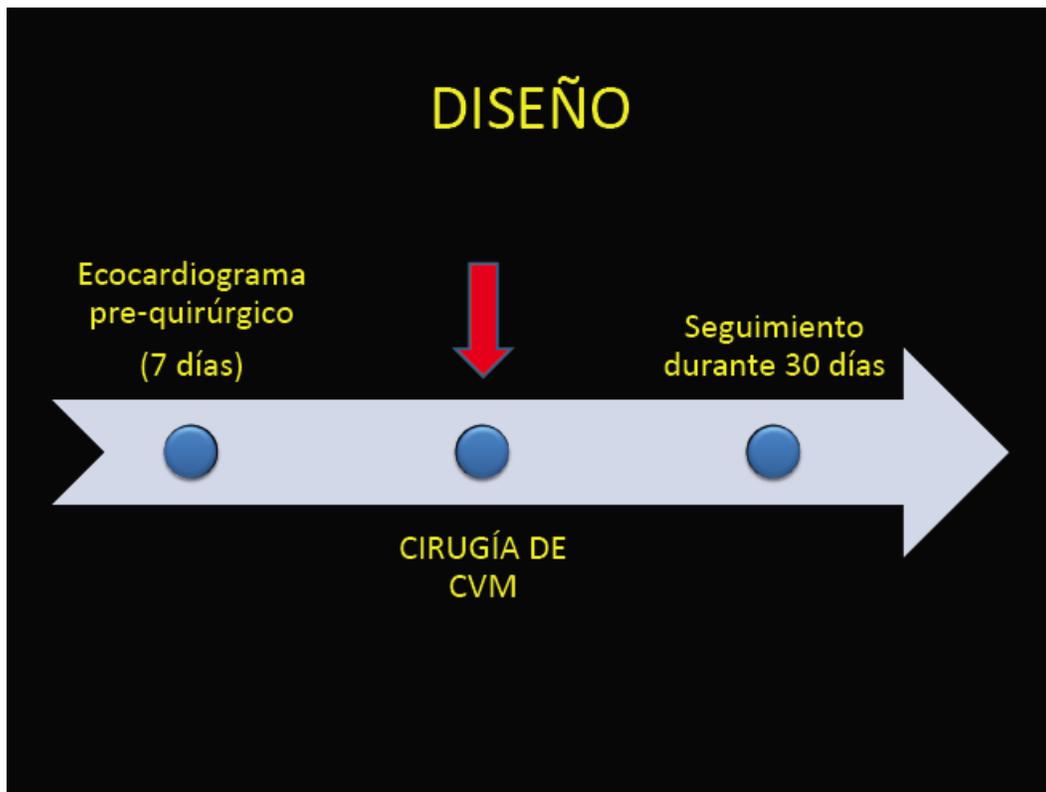


Figura 12. Diseño del estudio

Los pacientes que fueron incluidos de manera retrospectiva se identificaron del registro de pacientes operados en el Instituto Nacional de Cardiología. Los datos fueron obtenidos del expediente físico y electrónico de los pacientes.

### 10.7 Variables a estudiar

#### Definición de las variables

**Variable independiente de agrupación: Insuficiencia ventricular derecha:**

Aquellos individuos con una determinación de TAPSE prequirúrgico menor de 16 mm.

**Variable dependiente:**

Se utilizó el compuesto de complicaciones postquirúrgicas conformado por las siguientes: Estancia prolongada en la unidad de cuidados postquirúrgicos, uso prolongado de inotrópicos, intubación prolongada, insuficiencia renal aguda, infección postquirúrgica, sangrado postquirúrgico masivo.

<b>Nombre</b>	<b>Significado</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Valores posibles</b>	<b>Unidades</b>
<b>TAPSE</b> (Excursión sistólica del anillo tricuspídeo)	Estimación de función sistólica ventricular derecha, normal >16mm	Continua	0-30	mm
<b>Estancia prolongada en la unidad de cuidados postquirúrgicos</b>	Permanencia mayor de la habitual en la unidad de cuidados postquirúrgicos	Continua	3 - 30	Días
<b>Uso prolongado de inotrópicos*</b>	Empleo de inotrópicos por arriba de lo utilizado comúnmente	Continua	>48 hrs	Horas
<b>Intubación prolongada</b>	Necesidad de ventilación mecánica invasiva mayor del tiempo habitual	Continua	>24 horas	Horas
<b>Insuficiencia renal aguda:</b>	Deterioro de la función renal *	Dicotómica	No=0 Si= 1	--
<b>Infección</b>	Cualquier tipo de	Dicotómica	No=0	--

<b>postquirúrgica</b>	infección que no se encontraba previo a la cirugía		Si= 1	
<b>Sangrado postquirúrgico masivo</b>	>250- 300 ml/hr en las primeras 2 horas, >150 ml/hr posteriormente	Dicotómica	No=0 Si= 1	—

\* Riesgo: aumento de creatinina de 1.5 veces o disminución de la filtración glomerular (FG) > 25%, volumen urinario < 0.5 ml/kg/h por 6 horas; Daño: aumento de creatinina de 2 veces o disminución de la FG >50%, volumen urinario < de 0.5 ml/kg/h por 12 horas; Falla renal: Incremento de la creatinina sérica mayor de 3 veces el basal disminución de la filtración glomerular en un 75%, nivel de creatinina >4mg/dl con incremento mayor de 0.5mg/dl, volumen urinario < 0.3 ml/kg/h por 24 hrs o anuria por 12 horas.

\*Los inotrópicos empleados son dobutamina, levosimendan, milrinona.

### 10.8 Análisis estadístico

Se determinó normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos. Los datos con distribución normal se expresan en media y desviación estándar. En el caso contrario los datos se expresaron como mediana y rango intercuartílico. Las variables categóricas se expresan como valor absoluto y porcentaje. Las prevalencias de las complicaciones se analizaron por Chi cuadrada o prueba exacta de Fisher según sus características.

Se compararon las muestras independientes mediante la prueba de t *student* o prueba de suma de rangos de Wilcoxon, según su normalidad.

Se realizó un análisis de correlación entre el TAPSE y el desarrollo de complicaciones. Se llevó a cabo además, un análisis de regresión logística considerando el diagnóstico definitivo de IVD con el fin de evaluar la posible influencia de covariables.

Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0.05$ . Los datos fueron analizados con el paquete estadístico STATA, versión 11. 0 para Mac (Texas, USA).

## **11. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Es un estudio sin riesgo. A los pacientes se les realizó un ecocardiograma transtorácico basal, el cual es parte de la evaluación rutinaria de los pacientes antes de cirugía. No se realizó ningún tipo de procedimiento intervencionista como parte del protocolo. Los pacientes cumplieron como los requisitos establecidos por el Instituto Nacional de Cardiología para ser intervenidos quirúrgicamente, incluyendo consentimiento informado.

## 12. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 119 pacientes en el estudio. 13 pacientes fueron excluidos del análisis final por no cumplir con los criterios del estudio, esto representa el 10% del total de los pacientes (Figura 11). Se identificó una prevalencia de 31.9% de pacientes con IVD antes de la cirugía. La población es joven y predominan las mujeres, como es común en la cardiopatía reumática, sin diferencia en el género entre ambos grupos. Los factores de riesgo convencionales se distribuyen de manera similar en ambos grupos. Los pacientes con IVD tienen una mayor frecuencia de fibrilación auricular, sin embargo el evento vascular cerebral previo fue más común en aquellos sin IVD. Los pacientes con IVD tuvieron mayores cifras de presión arterial pulmonar, diámetro diastólico del VD, así como una mayor frecuencia de intervenciones previas a la válvula mitral. Ambos grupos clasificaron como riesgo moderado de mortalidad en base a la clasificación de Euroscore. Tabla 1. No se observaron diferencias en el tratamiento previo de los pacientes. Tabla 2.

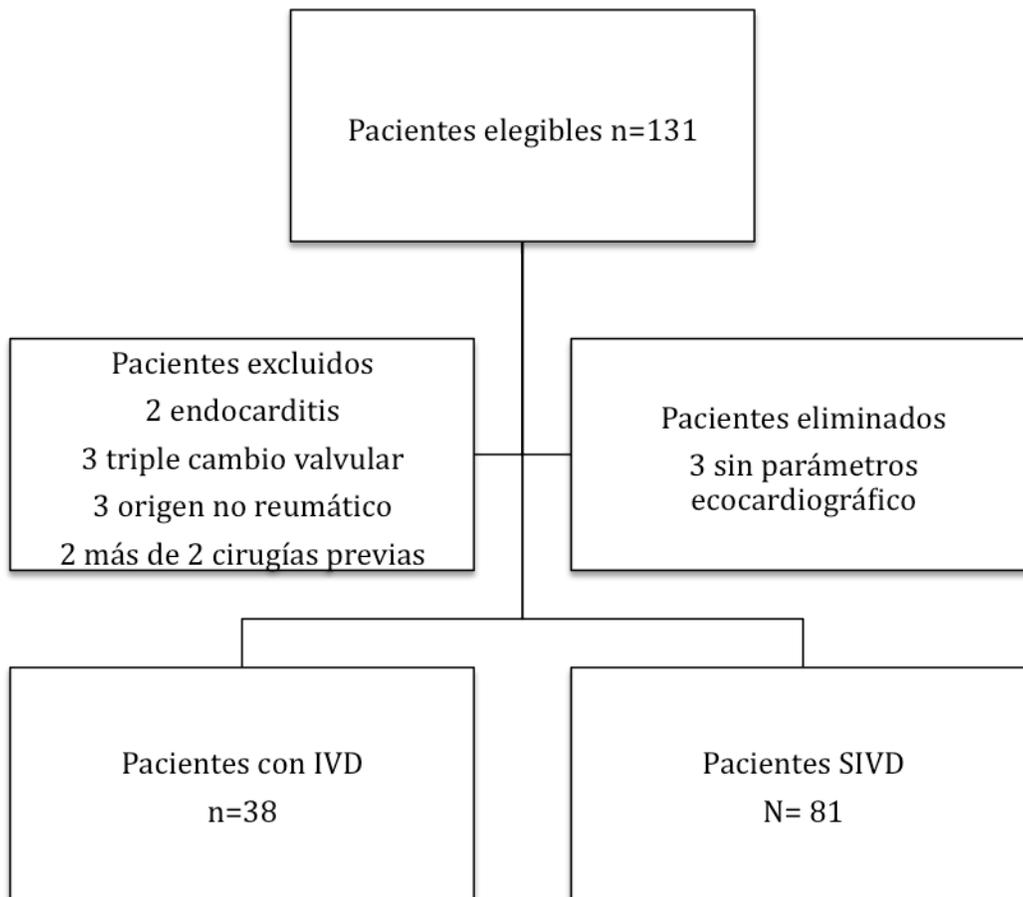


Figura 11. Población del estudio.

Tabla1. Características demográficas y antecedentes de la población estudiada

	IVD n=38	SIVD n=81	p
Edad (años)	54.5 ± 10.06	52.8 ± 11.24	0.42
Genero	12 (31.5)	26 (32.1)	0.9
Masculino (%)			
HTA	11 (28.9)	12 (14.8)	0.69
DM2	4 (10.5)	7 (8.6)	0.74
IRC	0	2 (2.4)	0.32
FA	31 (81.5)	47 (58)	0.012
EVC	3 (7.9)	18 (22.2)	0.56
NYHA (%)			0.48
I	2 (5.2)	10 (12.3)	
II	30 (78.9)	60 (74)	
III	6 (15.7)	11 (13.5)	
Tiempo de síntomas (meses)	34 (12-144)	48 (12-120)	0.9
Hemoglobina (g/dl)	12.97 ± 2.5	13.7 ± 1.89	0.05
FEVI (%)	57.3 ± 7.37	59.8 ± 7.89	0.1
TAPSE (mm)	13.1 ± 2.1	20.2 ± 3.27	0.0001
PSAP (mmHg)	54.5 (50-77)	49 (40-58)	0.002
DDVD (mm)	40 (37-46)	36 (32-42.5)	0.01
Insuficiencia tricuspídea			0.13
0	1 (2.6)	8 (9.8)	
1	9 (23.6)	31 (38.2)	
2	3 (7.9)	9 (11.1)	
3	11 (28.9)	14 (17.2)	
4	14 (36.8)	19 (23.4)	
Euroscore	5 (3-7)	4 (3-5)	0.021
Tratamiento valvular previo			0.001
No	22 (57.9)	67 (82.7)	
Cambio valvular	9 (23.6)	2 (2.4)	

Comisurotomía abierta	9 (13.1)	11 (13.5)
Comisurotomía con balón	2 (5.2)	3 (3.7)

Tabla 2. Tratamiento previo de los pacientes

	FVD n=38	SFVD n=81	p
Antiarrítmicos (%)	7 (18.4)	6 (7.4)	0.07
Digoxina (%)	22 (57.8)	37 (45.6)	0.13
Diuréticos (%)	30 (78.9)	60 (74)	0.4
Betabloqueador (%)	14 (36.8)	36 (44.4)	0.4
IECA (%)	24 (63.1)	41 (50.6)	0.3
Anticoagulación oral (%)	26 (68.4)	58 (71.6)	0.9

A los pacientes con IVD se les realizó más frecuentemente cambio valvular mitral y tricuspídeo, como era de esperarse por tener una mayor frecuencia de insuficiencia tricuspídea grave, sin que esto fuera estadísticamente significativo, sin embargo sí se observó un incremento en los tiempos del procedimiento quirúrgico y sangrado transquirúrgico (Tabla 3).

Tabla 3. Tipo de cirugía y parámetros de la cirugía

	FVD n=38	SFVD n=81	p
Cambio valvular mitral	14 (36.9)	43 (53.0)	0.9
Cambio valvular mitral y tricuspídeo	24 (63.1)	38 (46.9)	0.57
Tiempo de circulación extracorpórea	126 (85-160)	102 (80-134)	0.02
Tiempo de pinzamiento aórtico	79.8 ± 38.7	72.5 ± 28.7	0.02
Sangrado transquirúrgico	700 (455-1350)	580 (440-830)	0.057

Los pacientes con IVD tuvieron de manera significativa una mayor frecuencia de complicaciones después de la cirugía con una diferencia del 32% entre ambos grupos, (84.2% con FVD vs 51.8% SFVD p= 0.028) (Figura 12). La intubación prolongada, y el empleo prolongado de inotrópicos fueron los parámetros con significancia estadística. (Tabla 4).

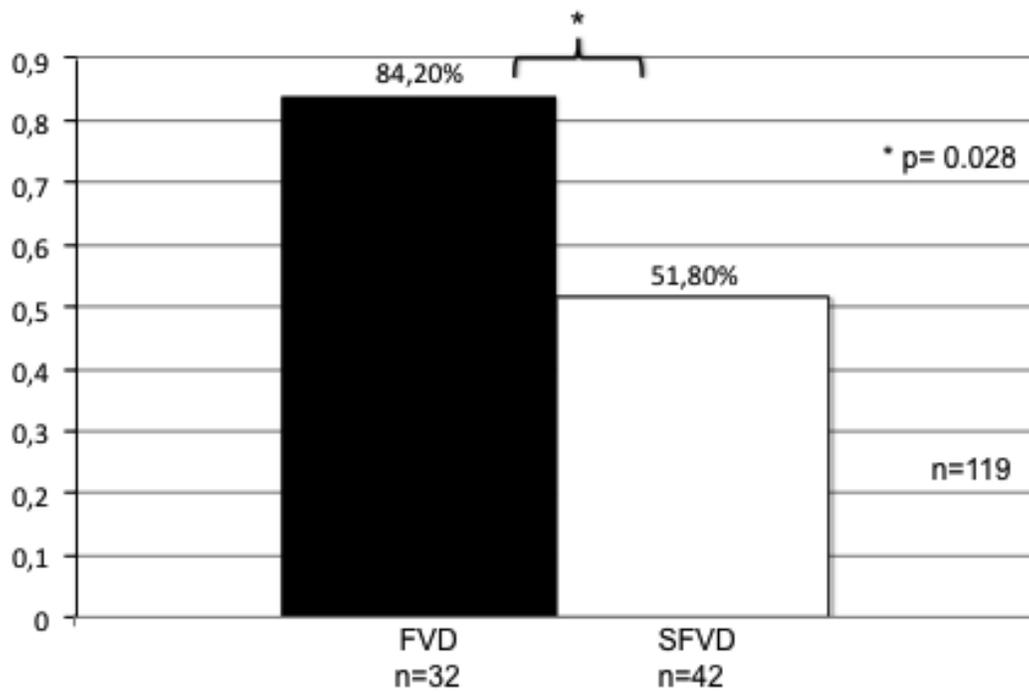


Figura 12. Complicaciones postquirúrgicas en el grupo con y sin insuficiencia ventricular derecha.

Tabla 4. Complicaciones postquirúrgicas en ambos grupos

	<b>FVD</b> <b>n=38</b>	<b>SFVD</b> <b>n=81</b>	<b>p</b>
Complicaciones	32 (84.2)	42 (51.8)	0.028
Intubación prolongada	19 (50)	20 (24.6)	0.004
Infección postquirúrgica	7 (18.4)	13 (16)	0.4
Insuficiencia renal aguda	2 (5.2)	3 (3.7)	0.6
Empleo prolongado de inotrópicos	28 (73.6)	31 (38.2)	0.0001
Estancia prolongada	20 (52.6)	31 (38.2)	0.08
Sangrado postquirúrgico	4 (10.5)	7 (8.6)	0.74
Muerte	3 (7.9)	1 (1.2)	0.06

Hubo 4 defunciones en la cohorte, lo cual corresponde a una mortalidad del 3.3% global y se observa tendencia a una mayor mortalidad en el grupo de pacientes con insuficiencia ventricular derecha (FVD 7.9% vs 1.2%;  $p=0.06$ ), Figura 13.

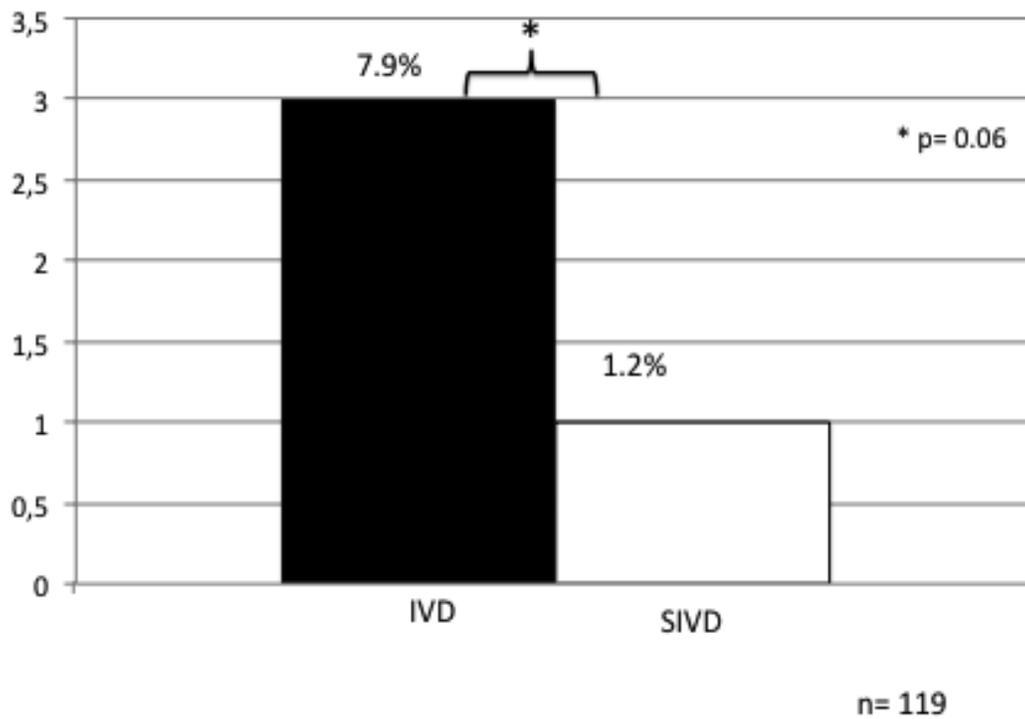


Figura 13. Diferencias en mortalidad entre los pacientes con o sin insuficiencia ventricular derecha

Como otros hallazgos se identificó una mayor frecuencia de empleo de 2 o más inotrópicos en el grupo de pacientes con IVD 18 (47.3%) vs 20 (24.6%),  $p=0.013$ , así como un mayor empleo de vasopresores y vasodilatadores pulmonares: 9 (23.6%) vs 4 (4.9%)  $p = 0.002$ .

En base a estos estudios se realizó un análisis de regresión logística con los parámetros clínicos más relevantes identificando la IVD como un factor importante para el desarrollo de complicaciones, con un OR de 3. Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de regresión logística

	OR	IC	p
Edad	0.99	0.95-1.040	0.92
EUROSCORE	1.66	1.21-2.28	0.001
Presión sistólica pulmonar	0.99	0.97-1.02	0.87
Insuficiencia ventricular derecha	3.0	1.05-8.55	0.039
Tiempo de circulación extracorpórea	1.01	0.99-1.03	0.16
Tiempo de pinzamiento aórtico	1.0	0.97-1.02	0.82

## 12. DISCUSIÓN

En el presente estudio identificamos la frecuencia de IVD en los pacientes con enfermedad valvular mitral de origen reumático que son operados en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Al analizar las características de los pacientes en base a la presencia o no de falla ventricular derecha, existen diferencias esperadas como una mayor frecuencia de fibrilación auricular, presión sistólica de la arteria pulmonar, diámetro diastólico del VD. Ambos grupos clasifican como riesgo moderado de mortalidad en base a la clasificación de EUROSCORE, siendo ésta discretamente más alta en los pacientes con falla ventricular derecha, lo cual resulta lógico considerando que uno de los parámetros a evaluar en esta escala es la presión sistólica de la arteria pulmonar. Los pacientes con IVD tuvieron más comúnmente insuficiencia tricuspídea moderada o grave y antecedente de cambio valvular previo, lo cual sugiere un mayor tiempo de sobrecarga de presión y volumen para el ventrículo derecho. La diferencia observada en los parámetros relacionados con la duración del procedimiento quirúrgico parece reflejar la mayor frecuencia de procedimiento en la válvula tricúspide en los pacientes con IVD, sin que estos parámetros influyeran en el desarrollo de complicaciones al ser analizados en el modelo multivariado.

El grupo de pacientes con IVD tuvo de manera significativa un mayor número de complicaciones después de la cirugía. Identificamos aspectos importantes como una intubación prolongada y empleo más prolongado y con mayor número de inotrópicos en estos pacientes, así como la necesidad de recibir vasodilatadores pulmonares. Estos resultados alertan al clínico ante el perfil de

comportamiento hemodinámico y ventilatorio en el postoperatorio. Además, de manera indirecta nos ofrecen información sobre el posible incremento en los costos en el manejo postquirúrgico de estos pacientes.

En el análisis multivariado la presencia de IVD tuvo una medida de asociación mayor que otros parámetros como la presión sistólica de la pulmonar lo que confirma hallazgos previos en otras patologías, en las que se ha identificado que es la IVD y no los niveles de presión sistólica de la arteria pulmonar lo que influiría de manera más importante en los eventos adversos y que esta misma disfunción, identifica un grupo de pacientes con un perfil de riesgo mayor.

Limitantes del estudio. Si bien utilizamos un parámetro que dista de ser perfecto para la evaluación de la función sistólica del VD como es el TAPSE, nuestros resultados apoyan su valor pronóstico para distinguir pacientes con mayor morbimortalidad como se ha observado en otras patologías, además su recolección de manera retrospectiva en los expedientes tuvo muy pocos casos sin información, lo que nos habla de la facilidad de su realización, así como del uso práctico de este parámetro. Sabemos de la superioridad de métodos como la resonancia magnética cardíaca o del ecocardiograma tridimensional, sin embargo su disponibilidad es una limitante para su uso en la práctica diaria. Si bien la mortalidad en nuestra población no fue elevada como para realizar un análisis más exhaustivo de su diferencia, sí observamos una tendencia a una mayor mortalidad en el grupo de los pacientes con IVD.

Como perspectiva sugerimos la incorporación del análisis de la función ventricular derecha en los pacientes con valvulopatía mitral que serán operados, como una medida fácil de realizar y con implicaciones pronósticas de relevancia práctica inmediata. Si bien con nuestros resultados no podemos recomendar medidas preventivas, es muy probable que la optimización del manejo para disminuir la pre- y postcarga en el ventrículo derecho antes de una cirugía pueda tener implicaciones en el perfil hemodinámico y presencia de complicaciones en el postquirúrgico de estos pacientes. Un análisis sobre la importancia de la IVD en la mortalidad operatoria requiere del estudio de una población mayor.

### 13. BIBLIOGRAFIA

1. Haddad F, Hunt S-A, Rosenthal D, Murphy D. Right ventricular function in cardiovascular disease, Part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assesment of the right ventricle. *Circulation* 2008;117:1436-1448
2. Segovia J, B. J. Corazón derecho y circulación pulmonar: ¿una circulación menor? *Rev Esp Cardiol.* 2010; 34:77-80
3. Bautista E, M. M. Insuficiencia cardiaca derecha. *Arch Cardiol Méx.* 2007; 77:61-72.
4. Meyer P, Filippatos GS, Ahmed MI, Iskandrian AE, Bittner V, Perry GJ, White M, Aban IB, Mujib M, Dell'Italia LJ, Ahmed A. Effects of right ventricular ejection fraction on outcomes in chronic systolic heart failure. *Circulation* 2010;121: 252–258
5. Ghio S, Gavazzi A, Campana C, et al. Independent and additive prognostic value of right ventricular systolic function and pulmonary artery pressure in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37:183-188
6. de Groote P, Millaire A, Foucher-Hossein C, Nogue O, Marchandise X, Ducloux G, Lablanche J-M. Right ventricular ejection fraction is an independent predictor of survival in patients with moderate heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:948–954
7. Sheehan F, Redington A. The right ventricle: anatomy, physiology and clinical imaging *Heart* 2008 94: 1510-1515
8. Tourneau T, Piriou N, Donal E, Deswarte G, Topilsky Y, Lamblin N. Imaging and modern assesment of the right ventricle. *Minerva Cardioangiol.* 2011; 59: 349-

9. Voelkel NF, Quaife RA, Leinwand LA, et al. Right ventricular function and failure: report of a National Heart, Lung, and Blood Institute Working Group on Cellular and Molecular Mechanisms of Right Heart Failure. *Circulation* 2006;114:1883–91
10. Chin KM, Goughlan G. Characterizing the Right Ventricle: Advancing Our Knowledge. *Am J Cardiol* 2012;110[suppl]:3S– 8S.
11. Pettersen E, Helle-Valle T, Edvardsen T, Lindberg H, Smith HJ, Smevik B, Smiseth OA, Andersen K. Contraction pattern of the systemic right ventricle shift from longitudinal to circumferential shortening and absent global ventricular torsion. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:2450–2456.
12. Clifford R. Greyson Ventrículo derecho y circulación pulmonar: conceptos básicos *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:81-95
13. Farb A, Burke AP, Virmani R. Anatomy and pathology of the right ventricle (including acquired tricuspid and pulmonic valve disease). *Cardiol Clin*. 1992;10:1–21.
14. Sandoval J, Baurle O, Palomar A, Martinez-Guerra ML, Beltran M, Guerrero L. Survival in primary pulmonary hypertension: validation of a prognostic equation. *Circulation*. 1994;89:1733–1744.
15. Lahm T, McCaslin CA, Wozniak TC, Ghumman W, Fadl YY, Obeidat OS. Medical and Surgical Treatment of Acute Right Ventricular Failure. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2010;56:1435-1446
16. Forfia PR, Fisher MR, Mathai SC, Housten-Harris T, Hemnes AR, Borlaug

BA, Chamera E, Corretti MC, Champion HC, Abraham TP, Girgis RE, Hassoun PM. Tricuspid annular displacement predicts survival in pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174:1034–1041

17. Zornoff LA, Skali H, Pfeffer MA, St John SM, Rouleau JL, Lamas GA, et al. Right ventricular dysfunction and risk of heart failure and mortality after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1450-5.

18. Anavekar NS, Skali H, Bourgoun M, Ghali JK, Kober L, Maggioni AP, et al. Usefulness of right ventricular fractional area change to predict death, heart failure, and stroke following myocardial infarction (from the VALIANT ECHO study). *Am J Cardiol* 2008;101:607-12

19. Kumar RK, Tandon R. Rheumatic fever & rheumatic heart disease: The last 50 years. *Indian J Med Res* 137; 2013: 643-658

20. Celermajer DS, Chow CK, Marijon E, Anstey NM, Woo KS. Cardiovascular Disease in the Developing World. Prevalences, Patterns, and the Potential of Early Disease Detection. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:1207–16

21. Nagel E, Stuber M, Hess, O.M. Importance of the right ventricle in valvular heart disease *Eur Heart J*. 1996; 17: 829-836

22. Kaul TK, F. B. Postoperative acute refractory right ventricle failure: incidence, pathogenesis, management and prognosis. *Cardiovas surg*. 2000; 8:1-9

23. Haddad F, C. P. The right ventricle in cardiac surgery, a perioperative perspective: I. Anatomy, physiology, and assesment. *International anesthesia research society*. 2009; 22: 407-15.

24. Couture P, H. F. The right ventricle in cardiac surgery, a perioperative perspective: Pathophysiology, clinical importance and management. *Int Anesth res soc.* 2009; 108:422-33
25. Drighil A, Bennis A, James W. Mathewson JA, Lancelotti P, Rocha P. Immediate impact of successful percutaneous mitral valve commissurotomy on right ventricular function. *Eur J Echocardiogr.* 2008; 9: 536–541
26. Cowger M, K. T. The right ventricular failure risk score. *J Am Coll Cardiol.* 2008; (22):2163-72.
27. Davila-Roman VG, Waggoner AD, Hopkins WE, Barzilai B. Right ventricular dysfunction in low output syndrome after cardiac operations: assessment by transesophageal echocardiography. *Ann Thorac Surg.* 1995;60:1081-6
28. Kavarana MN, P.-M. M. Right ventricular dysfunctions and organ failure in left ventricular assist device recipients: a continuing problem. *Annals of Thoracic surgery,* 2002; (73):745-50
29. Insuficiencia ventricular derecha en el postquirúrgico de cirugía cardíaca. Tesis que presenta para obtener el título de cardiología Gerardo Payro Ramírez. Julio 2010
30. Sanza J, Fernández-Frieraa L, Moralb S Técnicas de imagen en la evaluación del corazón derecho y la circulación pulmonar. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:209-23
31. Lindqvist P, Avin Calcuttea A, Henein M. Echocardiography in the assessment of right heart function. *Eur J Echocardiogr.* 2008; 9: 225–234.

32. François Haddad, Sharon A. Hunt, David N. Rosenthal and Daniel J. Murphy Right Ventricular Function in Cardiovascular Disease, Part I: Anatomy, Physiology, Aging, and Functional Assessment of the Right Ventricle. *Circulation* 2008;117;1436-1448
  
33. Rudsky L. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography: Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010; 23: 685-713
  
34. Pinedo P, Villacorta E, Tapia C, Arnold R, López J Inter- and Intra-Observer Variability in the Echocardiographic Evaluation of Right Ventricular Function. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:802-9
  
35. Sato T, Tsujino I, Ohira H, Oyama-Manabe N. Validation Study on the Accuracy of Echocardiographic Measurements of Right Ventricular Systolic Function in Pulmonary Hypertension. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:280-6