



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

---

---

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"  
CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA Y SOPORTE CARDIOPULMONAR

"Evaluación ecocardiográfica a corto y mediano plazo de la función ventricular derecha en pacientes operados de revascularización coronaria del Hospital General La Raza."

**TESIS**

Para obtener la Especialidad de

**CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA**

**Presenta**

Dr. Oscar Daniel Cruz López

**Asesor de Tesis**

Dr. José de Jesús Galván Díaz

**Asesor Metodológico**

Dr. Hugo Zetina Tun

FOLIO 2016-3502-149

Ciudad de México, Febrero 2017

CIUDAD UNIVERSITARIA





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.

---

Dra. María Teresa Ramos Cervantes  
Directora de Educación e Investigación en Salud del  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del  
Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. Guillermo Careaga Reyna  
Profesor Titular del Curso de Cirugía Cardiotorácica  
Director General del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. Carlos Alberto Lezama Urtecho  
Jefe de Servicio de Cirugía Cardiotorácica y Soporte Circulatorio  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. José de Jesús Galván Díaz  
Asesor de Tesis. Departamento de Cardiología clínica y ecocardiografía.  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. Hugo Jesús Zetina Tun  
Asesor de Tesis. Departamento de Trasplantes Cardiacos  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. Oscar Daniel Cruz López  
Médico residente del cuarto año de la especialidad de Cirugía Cardiotorácica  
Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”  
Centro Médico Nacional “La Raza”

## INVESTIGADORES

### INVESTIGADOR

Oscar Daniel Cruz López

Residente de cuarto año de la Especialidad de Cirugía Cardiorácica

Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del

Centro Médico Nacional “La Raza”, perteneciente al

Instituto Mexicano del Seguro Social

Teléfono 57245900 ext 23424

Correo electrónico: oscarodacruz@gmail.com

Dirección: Jacarandas y Vallejo sin número, Colonia La Raza, Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México, Código Postal 02990.

### ASESOR DE TESIS

Dr. José de Jesús Galván Díaz

Departamento de Cardiología clínica y ecocardiografía.

Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del

Centro Médico Nacional “La Raza”, perteneciente al

Instituto Mexicano del Seguro Social

Teléfono 57245900 ext 23425

Correo electrónico: josegalvanmd@aol.com

Dirección: Jacarandas y Vallejo sin número, Colonia La Raza, Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México, Código Postal 02990.

### ASESOR DE TESIS

Dr. Hugo Jesús Zetina Tun

Departamento de Trasplantes Cardiacos

Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del

Centro Médico Nacional “La Raza”, perteneciente al

Instituto Mexicano del Seguro Social

Teléfono 57245900 ext 23425

Correo electrónico: hzetina@gmail.com

Dirección: Jacarandas y Vallejo sin número, Colonia La Raza, Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México, Código Postal 02990.

## INDICE

## Páginas

Abreviaturas.....	6
Resumen.....	8
Introducción.....	10
Antecedentes.....	11
Justificación.....	28
Planteamiento del problema.....	30
Objetivo general.....	31
Hipótesis general.....	32
Material y métodos.....	33
Variables.....	39
Recursos.....	43
Análisis estadístico .....	45
Aspectos éticos.....	46
Resultados.....	47

Discusión.....	55
Conclusiones.....	57
Anexos.....	58
Bibliografía.....	62

## **INDICE DE TABLAS**

## **Páginas**

Tabla 1. Descripción de variables .....	39
---	----

## **INDICE DE FIGURAS**

## **Páginas**

Figura 1. Arquitectura de la fibra.....	15
Figura 2. Fisiopatología de disfunción ventricular derecha.....	19
Figura 3. Medición de la excursión sistólica del plano anular tricuspideo.....	23

## ABREVIATURAS.

AD: Aurícula derecha.

CD: Coronaria derecha.

CMNR: Centro Médico Nacional La Raza.

ECOTE: Ecocardiograma transesofágico.

ECOTT: Ecocardiograma transtorácico.

Eco-3D: Ecocardiograma en tercera dimensión.

EDPD: Caída de presión en pico diastólico. ( por sus siglas en inglés).

EKG: Electrocardiograma.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

FEVD: Fracción de eyección del ventrículo derecho.

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

GP: Gradiente de presión.

HP: Hipertensión Pulmonar.

INEGI: Instituto Nacioinal de Estadísticas y Geografía.

NYHA: New York Heart Association.

PAP: Presión de la arteria pulmonar.

PCP: Presión capilar pulmonar.

PmAP: Presión media de la arteria pulmonar.

PSAP: Presión sistólica de la arteria pulmonar.

RM: Resonancia magnética.

RVP: Resistencia vascular pulmonar.

SC: Seno coronario.

SPECT: Tomografía computarizada con emisión única de protones. (por sus siglas en ingles).

TAPSE: Excursión sistólica del plano anular tricuspideo (por sus siglas en ingles).

TCIV: Tiempo de contracción isovolumétrica.

TRIV: Tiempo de relajación isovolumétrica.

TSVD: Tracto de salida del ventrículo derecho.

TSVI: Tracto de salide del ventrículo izquierdo.

UW: Unidades Woods.

VCI: Vena cava inferior.

VCS: Vena cava superior.

VD: Ventrículo Derecho.

VI: Ventrículo izquierdo.

VMRT: Velocidad máxima de la regurgitación tricuspídea.

VP: Válvula pulmonar.

VS: Volumen sistólico.

VT: Válvula tricúspide.



## **RESUMEN.**

### **Introducción.**

Las enfermedades cardiovasculares en México, han desempeñado un papel muy importante en morbilidad y mortalidad, impactando en la productividad de las personas afectadas, convirtiéndose en un problema de interés social a todos los niveles.

El ventrículo izquierdo (VI) ha sido extensamente estudiado y tiene valores normales establecidos para dimensiones, volúmenes, masa y función. Dejando infravalorado la función del ventrículo derecho, de tal manera que es difícil entender la disfunción ventricular derecha en el periodo perioperatorio.

En la segunda mitad del siglo XX aumentó el interés sobre el Ventrículo Derecho, en aspectos como la hipertensión pulmonar (HP), la cirugía de las cardiopatías congénitas y el infarto del ventrículo derecho. Además, se demostró que el infarto del VD efectivamente causaba compromiso hemodinámico, arritmias y alta mortalidad. También se demostró que la disfunción ventricular derecha constituye un marcador pronóstico de alto riesgo para insuficiencia cardíaca, tanto en enfermedad coronaria como en miocardiopatía dilatada.

La insuficiencia cardíaca derecha puede ser secundaria a disfunción ventricular izquierda, al provocar incremento de la presión arterial pulmonar y con esto aumento de la postcarga del ventrículo derecho. Otra causa es la isquemia coronaria cuando hay afectación de la arteria coronaria derecha, sobre todo, cuando esta es predominante.

### **Objetivo.**

Evaluar la función ventricular derecha a través de ecocardiograma transtoracico en pacientes con cardiopatía isquémica, antes y después de someterse a cirugía de revascularización de arteria coronaria derecha o descendente posterior, realizada en el servicio de cirugía cardiotorácica del Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza".

## **Material y método.**

Se realizará un estudio prospectivo, longitudinal, y descriptivo, donde se analizará los cambios en la función ventricular derecha, posterior a revascularización coronaria por medio de ecocardiograma transtorácico en pacientes con cardiopatía isquémica que involucra arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior en el Hospital General La Raza “Dr. Gaudencio González Garza”.

Se incluirán los pacientes con cardiopatía isquémica que presentan lesiones en la arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior, sometidos a revascularización coronaria en el periodo comprendido de Abril 2016 a Julio 2016, en el servicio de Cirugía Cardiorádica del Hospital General Centro Médico Nacional La Raza los cuales se someterán a estudio ecocardiográfico transtorácico antes y después de la cirugía de revascularización en forma seriada durante 1, 90 y 150 días posoperatorios.

## **Análisis estadístico.**

Se utilizará una estadística descriptiva con distribución de frecuencias para cada variable estudiada.

## INTRODUCCION.

De acuerdo con el reporte de 2008 del Sistema Nacional de Información en Salud, en México las enfermedades cardiovasculares ocupan el segundo lugar como principal causa de mortalidad, solo después de la Diabetes Mellitus, con una tasa de 70.8 por cada 100 000 habitantes.<sup>5</sup>

El infarto en el ventrículo derecho se presenta hasta en un tercio de los pacientes con infarto de la cara inferior, la sospecha clínica del diagnóstico en presencia de la triada de hipotensión, campos pulmonares limpios a la auscultación y elevación de la presión venosa central, tiene alta especificidad (96%) pero muy baja sensibilidad (25%).<sup>7</sup>

Los pacientes con infarto agudo de la cara inferior tienen un elevado riesgo de muerte intrahospitalaria si el ventrículo derecho esta involucrado 17%.<sup>2</sup>

La revascularización coronaria ha disminuido la tasa de mortalidad a corto plazo cuando es comparado con la terapia fibrinolítica (7% vs 9%). Los pacientes que sobreviven a la hospitalización tienen relativamente buen pronóstico a un año posterior a la revascularización, con mortalidad anual de 8%.<sup>6</sup>

La revascularización temprana favorece recuperación inmediata de la función ventricular derecha, contrario a la revascularización tardía, que se asocia a mayor numero de complicaciones y disfunción ventricular derecha.<sup>7</sup>

Por años, la función ventricular derecha ha sido subvalorada, sin embargo, se ha visto que el ventrículo derecho tiene gran impacto en la función cardiaca global. De esta manera es importante realizar una evaluación no invasiva de la función ventricular derecha en pacientes con cardiopatía isquémica que involucre la arteria involucrada en la irrigación de esta cámara. Se han utilizado distintos parámetros ecocardiográficos para medir la función sistólica del ventrículo derecho, entre ellos, la excursión sistólica del plano anular tricuspideo (TAPSE), la fracción de expulsión y la velocidad de excursión sistólica (onda S'), entre otros.<sup>8</sup>

## ANTECEDENTES.

El estudio del corazón se ha centrado en el ventrículo izquierdo (VI), subestimando históricamente la importancia del ventrículo derecho (VD). Durante la primera mitad del siglo XX la investigación sobre el VD se basaba en la búsqueda de mecanismos para explicar el soporte de la función ventricular izquierda por la función contráctil del VD, mientras que en la segunda mitad del siglo XX aumentó el interés sobre el VD, en aspectos como la hipertensión pulmonar (HP), la cirugía de las cardiopatías congénitas y el infarto del VD. Además, se demostró que el infarto del VD efectivamente causaba compromiso hemodinámico, arritmias y alta mortalidad, siendo hasta fines de los años '80 cuando se demostró que la disfunción ventricular derecha constituía un marcador pronóstico de alto riesgo en insuficiencia cardíaca, tanto en enfermedad coronaria como en miocardiopatía dilatada.<sup>3,10.</sup>

Importancia del ventrículo derecho.

El ventrículo derecho, tiene una geometría estructural muy compleja, sin embargo, suele ser poco valorado y por lo tanto socava su importancia en la contribución a la función cardíaca global. La función del VD ha demostrado ser un predictor sensible de la tolerancia al ejercicio y también es un determinante importante de los síntomas clínicos en la insuficiencia cardíaca crónica, así como los resultados de supervivencia peri-operatoria.<sup>11,12</sup> La función del VD puede verse afectada tanto por la enfermedad cardíaca primaria derecha, o secundaria a cardiomiopatía izquierda, o enfermedad cardíaca valvular; por ejemplo, la presión o sobrecarga de volumen por incompetencia de una válvula o por patología muscular. La enfermedad coronaria también puede conducir a la disfunción del VD cuando se ocluye la arteria coronaria derecha o ramas de dominancia derecha. Por otra parte, en la malformación congénita, el VD también puede verse afectado, sobre todo cuando se convierte en la cámara de bombeo principal que provee a la circulación sistémica, por ejemplo, la transposición de grandes arterias congénitamente corregida o en la cirugía de reparación univentricular.<sup>13</sup> Por último, el corto circuito de izquierda a derecha o viceversa, puede tener efecto permanente sobre el VD en forma de dilatación y deterioro a través de la sobrecarga de volumen como en el caso de defectos septales auricular o ventricular.<sup>14</sup>

## Desarrollo y evolución del ventrículo derecho

El VD y el VI provienen de células progenitoras diferentes. Entre la 5a y 8a semanas el tubo cardíaco primitivo se remodela, generando una serie de surcos y prolongaciones que originan las cavidades cardíacas primitivas. De este modo se forman las astas del seno venoso, la aurícula primitiva, el ventrículo y el bulbo cardíaco. El ventrículo primitivo origina gran parte del VI. El extremo superior del bulbo se diferencia en conus cordis y tronco arterioso, (que se dividen en aorta ascendente y tronco de arteria pulmonar), mientras que el extremo inferior origina el VD.<sup>15</sup>

### Anatomía del ventrículo derecho.

El ventrículo derecho se encuentra inmediatamente detrás del esternón y anterior al ventrículo izquierdo (VI). . Lo delimita el anillo tricuspídeo y la válvula pulmonar. La silueta del VD es de forma triangular en una vista lateral, en forma de media luna cuando se le observa en un corte transversal, y es cóncavo en relación al VI tanto en sístole como en diástole. Desde el ápice, el borde derecho del VD es agudo, formando el margen agudo del corazón. Hay una relación entre el tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) que se denomina “crux cordis” debido a la curvatura del tabique ventricular y el surco auriculo-ventricular, que coloca el tracto de salida del ventrículo derecho antero-cefálica a la del tracto de salida del VI.<sup>13</sup>

Se divide en 3 componentes: a) tracto de entrada; formado por válvula tricúspide, cuerdas y músculos papilares, b) miocardio trabeculado apical, c) infundíbulo compuesto por el tracto de salida. Se le divide también en paredes anterior, inferior y lateral, o en secciones; basal, media y apical.<sup>16</sup>

Mientras que el vértice es prácticamente una parte inmóvil del ventrículo y fuertemente trabeculada, el tracto de entrada y salida están separados por una banda muscular intracavitaria llamada cresta supraventricular.<sup>17</sup> La banda moderadora es otra banda muscular intracavitaria que está unida a la vía de salida y se extiende desde el septum a la pared libre del VD.<sup>18</sup>

Aun cuando el tracto de entrada del VD es más pequeño que el del VI, y su masa muscular es aproximadamente 1/6 parte de la que tiene el VI, su volumen es mayor.<sup>19</sup> En los corazones normales, el ventrículo derecho bombea contra una presión de 30 mmHg, que es ¼ parte de la presión que debe vencer el VI. En consecuencia, la pared del VI que apoya la circulación sistémica es más gruesa (6-11mm), respecto al VD (3-4 mm)<sup>20</sup> la cual está compuesta por capas superficiales y profundas. Las superficiales se disponen en forma circunferencial y paralela al surco aurículo-ventricular, se dirigen oblicuamente hacia el ápex y se continúan con las fibras superficiales del VI. Las fibras profundas se disponen longitudinalmente de la base al ápex. La continuidad entre las fibras del VD y del VI los fija funcionalmente y constituye la base para la tracción de la pared libre del VD causada por la contracción del VI.<sup>19</sup>

La válvula pulmonar (VP), está situada superior al resto de las válvulas cardiacas y esto es debido a la musculatura del infundíbulo subpulmonar, libre de trabeculas, lo que coloca a la válvula por encima del septum ventricular. Además, la VP determina el margen superior del VD, mientras que la válvula tricúspide (VT) marca su margen derecho, su vértice es con frecuencia inferior al del ventrículo izquierdo.<sup>13</sup>

El ángulo del eje de entrada y de salida del ventrículo derecho es aproximadamente 37.5°, un hecho anatómico que requiere el tracto de salida para contribuir a la función global sistólica del VD.<sup>21</sup> En el tracto de entrada del VD, fibras circunferenciales o en espiral se encuentran principalmente en el subepicardio mientras que en el subendocardio hay fibras principalmente longitudinales. El tracto de salida del VD se compone de fibras longitudinales, tanto en el subendocardio y subepicardio que están superpuestos por fibras circunferenciales que se dirigen en ángulo recto al eje longitudinal de salida, las cuales pueden dirigirse a la cresta supraventricular y al surco anterior, que sirve para unir los dos ventrículos.<sup>22</sup> El tracto de salida, que es anatómica y funcionalmente diferente del resto del VD, puede ser descrito como una musculatura bulbar, que protege la circulación pulmonar durante el aumento de presión durante la sístole.<sup>23</sup>

La irrigación del VD depende de la coronaria derecha. La arteria descendente anterior irriga los 2/3 proximales del septum y la arteria descendente posterior irriga el tercio inferoposterior. En ausencia de hipertrofia o sobrecarga de presión, el flujo coronario es principalmente diastólico, persistiendo también en sístole. La resistencia relativa del VD al

daño isquémico se puede explicar por este mecanismo, su bajo consumo de oxígeno y su extensa red de colaterales.<sup>19</sup>

Fisiología cardíaca derecha y su respuesta al aumento de la poscarga.

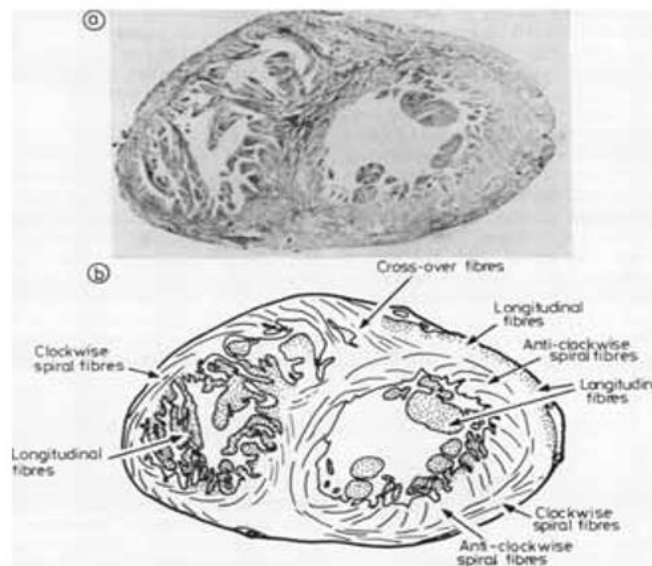
La fisiología cardiovascular del feto se caracteriza por una circulación pulmonar de alta resistencia, una circulación sistémica de baja resistencia y un ductus arterioso amplio. A través del foramen oval el flujo se dirige de derecha a izquierda y las presiones de arteria pulmonar y aórtica están ecualizadas en un ambiente de hipoxemia. Tanto el VD como la pared libre del VI tienen un grosor y una fuerza semejantes durante la vida fetal, con un septum flácido y en la línea media. Después del nacimiento y en la infancia, hay regresión de la hipertrofia del VD y el corazón se remodela a su configuración anatómica característica: VI elíptico y VD crescéntico. Con el crecimiento y el desarrollo, las presiones de arteria pulmonar (PAP) y la resistencia vascular pulmonar (RVP) aumentan discretamente.<sup>15</sup>

Sístole ventricular derecha.

La función sistólica del VD es un reflejo de la contractilidad, pre y post carga, influenciada por el ritmo, la sincronía, la interdependencia ventricular, el papel del pericardio y la relación fuerza / intervalo. El VD bombea el mismo volumen que el VI, sin embargo efectúa el 25% del trabajo ventricular, por la baja resistencia de la vasculatura pulmonar. Su pared es delgada y complaciente. Durante la sístole, hay un acortamiento longitudinal desde la base hasta el ápice, en el tracto de entrada y un movimiento radial hacia el tabique interventricular. Un efecto de rotación o contracción del ventrículo se produce por el movimiento circunferencial adicional.<sup>24</sup> Las fibras subepicárdicas del tracto de entrada, permiten que el ventrículo se mueva en forma circunferencial y se produce principalmente durante la fase de contracción isovolumétrica, y el acortamiento longitudinal del VD se produce principalmente durante la fase de expulsión, y es controlado por las fibras subendocárdicas. A pesar de la disposición de sus fibras, el acortamiento longitudinal contribuye más al volumen sistólico que el circunferencial, con una contribución semejante entre el septum y la pared libre. La

contracción es secuencial, se inicia con la contracción del tracto de entrada y el miocardio trabeculado, y termina con la contracción del infundíbulo.<sup>25</sup>

El VD se contrae por 3 mecanismos: contracción de las fibras longitudinales, movimiento hacia el interior de la pared libre, y tracción de la pared libre por contracción del VI. La relajación isovolumétrica es corta y con velocidades de llenado bajas. Esta etapa está influenciada por el volumen intravascular, las variaciones respiratorias, la relajación y distensibilidad ventricular, el período de llenado, la frecuencia cardíaca y el saco pericárdico. También influyen las características de la aurícula izquierda y el llenado del VI. Si aumenta la precarga del VD mejora la contracción miocárdica según el mecanismo de Franck Starling. Fuera del rango fisiológico, un llenado excesivo del VD puede comprimir el VI y deteriorar la función global a través de la interdependencia ventricular y el saco pericárdico común.<sup>26</sup>



**Figura 1.** Arquitectura de la fibra miocárdica.

El amplio ángulo entre el tracto de entrada y de salida tiene importancia en la función global del VD, con el inicio de acortamiento de tracto de entrada 20 milisegundos antes que el tracto de salida a fin de mantener su movimiento peristáltico, crucial para mantener la circulación intracavitaria y para permitir que la sangre se dirija hacia la arteria pulmonar. Además, la contracción circunferencial del tracto de salida es importante con el fin de



mantener una alta tensión durante la sístole, lo que resulta en apoyo del infundíbulo subvalvular a la función unidireccional de la válvula pulmonar. Por último, el tabique interventricular contribuye a la función tanto del VI y del VD, siendo determinante de la función máxima del VD,<sup>27</sup> compensando cualquier deterioro en la función de la pared libre del VD, como es el caso después de la cirugía a corazón abierto.<sup>28</sup>

La interdependencia se refiere a que el tamaño, la silueta y la distensibilidad de un ventrículo puede alterar el tamaño, la silueta y la relación presión / volumen del otro a través de interacciones mecánicas.<sup>19</sup> La interdependencia depende principalmente del septum; entre el 20 al 40% de la presión y el volumen sistólico del VD, dependen de la contracción del VI.<sup>29</sup>

Ventrículo derecho y su relación fisiológica con aurícula derecha.

La aurícula derecha (AD) recibe el retorno venoso, la sangre desoxigenada de la vena cava inferior (VCI) y vena cava superior (VCS), así como el seno coronario (SC). Ayuda al llenado ventricular por tres mecanismos.<sup>30</sup>

- 1) Actúa como un depósito para el retorno venoso sistémico cuando se cierra la válvula tricúspide.
- 2) Actúa como un conducto pasivo cuando la válvula tricúspide se abre en la diástole temprana.
- 3) Durante la diástole tardía, se contrae el atrio y actúa como un conducto activo.

Los pacientes con lesión aguda del ventrículo derecho, en particular en forma de infarto de miocardio, resulta en disfunción sistólica y diastólica del VD con dilatación de la AD debido a incremento en las presiones de llenado y la evidente distensión venosa yugular. Hay numerosas condiciones agudas y crónicas que se asocian con la disfunción diastólica del VD, como la presión y la sobrecarga de volumen, enfermedad pulmonar primaria, enfermedad pulmonar isquémica, enfermedad cardíaca congénita, miocardiopatías, disfunción del VI, enfermedades sistémicas y, finalmente, el proceso de envejecimiento fisiológico.<sup>31</sup>

## Corazón derecho vs corazón izquierdo.

La fracción de eyección del ventrículo derecho es dependiente de la postcarga del ventrículo derecho y por lo tanto, el ventrículo izquierdo y las presiones de llenado auricular izquierda.<sup>35,36</sup> Un aumento de la poscarga ventricular izquierda se ve compensada por un aumento de masa muscular para reducir el estrés de la fibra ventricular y mantener la función global. El ventrículo derecho, por el contrario, es más sensible a los cambios en la sobrecarga de presión, probablemente debido a su menor masa muscular y el estrés de la pared, por lo tanto, una determinada carga mayor, afecta a su función general. E.Nagel et al.<sup>37</sup> muestra que la fracción de eyección del ventrículo derecho se reduce en aproximadamente un 10% (55 a 45%) cuando la postcarga del ventrículo derecho se duplica a partir de 25 a 50 mmHg. La duplicación de la postcarga ventricular izquierda desde 125 a 250 mmHg resulta en una reducción similar en su fracción de eyección del 70 al 60%.

Aunque hay diferencias significativas en la estructura y función de los dos ventrículos, las dos bombas tienen funciones eléctricas y mecánicas similares. El ventrículo derecho comienza poco después de contraer la onda Q del EKG (electrocardiograma), lo que resulta en un período de retardo electromecánico, significativamente más corta que la del ventrículo izquierdo. Debido al hecho de que no hay cambio significativo del ventrículo izquierdo que se producen durante el tiempo de contracción isovolumétrica (TCIV), en comparación con el acortamiento longitudinal directa del ventrículo derecho durante la misma fase del ciclo cardiaco.<sup>32</sup>

Además, los dos ventrículos difieren en su comportamiento en la diástole temprana, el ventrículo derecho tiene un tiempo muy corto de relajación isovolumétrica (TRIV  $\leq$  60 ms) en comparación con la del ventrículo izquierdo que es de aproximadamente 80 ms. Estas diferencias también se deben a la apertura temprana de la válvula mitral, en el lado izquierdo, en comparación con apertura de la válvula tricúspide en el lado derecho y las relativamente bajas diferencias de presión entre AD y VD durante TRIV. Tanto el ventrículo derecho y como el ventrículo izquierdo, muestran los mismos componentes de llenado, es decir, el componente diastólico temprano y diastólico tardío debido a la contracción auricular, siendo la principal diferencia en el patrón de llenado de los dos ventrículos es la velocidad, lo que refleja las condiciones de carga, siendo significativamente mayor en el ventrículo izquierdo que en el

ventrículo derecho. Siendo de la misma manera en las velocidades de eyección. A pesar de estas diferencias, el VD, es capaz de llenar y bombear la sangre a la misma velocidad y volumen que el ventrículo izquierdo aun con la diferencia de tamaños y grosor de la pared, debido a las características de la circulación pulmonar y sistémica.<sup>39</sup>

-Cuando se compara la presión y la resistencia sistémica, la presión arterial pulmonar y la resistencia vascular pulmonar es una sexta parte aproximadamente de los valores sistémicos.

-La distensibilidad arterial sistémica es menor que la distensibilidad arterial pulmonar.

-La amplitud del pulso de la arteria pulmonar es menor que la amplitud del pulso sistémico.

-Arterias pulmonares no muestran el aumento de la rigidez entre los sitios centrales y periféricos.<sup>40</sup>

Efecto de la sobrecarga de presión en el ventrículo derecho.

La relación entre la presión de la arteria pulmonar y la función del VD es complicada, ya que depende de factores como la edad, el género, la hipertensión pulmonar primaria o secundaria (HP), elevación aguda o crónica de la presión pulmonar, sobrecarga de volumen, elevación de la presión de la aurícula derecha y el tipo de enfermedades del miocardio. La elevación crónica de presión de la arteria pulmonar es la causa más común de sobrecarga de presión en el VD.<sup>37</sup>

Los pacientes con problemas graves del corazón izquierdo, como la valvulopatía mitral o enfermedad del ventrículo izquierdo se describen hipertensión pulmonar poscapilar, y aquellos de origen idiopática, hipertensión arterial pulmonar familiar o secundaria asociada a enfermedad pulmonar o hipertensión pulmonar tromboembólica crónica, se describe como hipertensión pulmonar pre-capilar. Las delgadas paredes del VD hacen la cavidad sensible a las alteraciones en la presión de la arteria pulmonar, cuando la poscarga aumenta lentamente, la cámara se adapta RV y compensa mediante la dilatación y el desarrollo de la hipertrofia. En algunos casos, como la embolia pulmonar, donde las presiones pulmonares pueden aumentar significativamente de forma aguda, aumenta el VD y puede causar presión telediastólica

elevada y presiones de aurícula derecha que conduce a la regurgitación tricuspídea significativa y la insuficiencia cardíaca derecha.<sup>38</sup> Entre los pacientes con sobrecarga de presión del VD con y sin insuficiencia tricúspide, se encontró mayor la presión arterial pulmonar media y la fracción de eyección del ventrículo derecho menor en aquellos con insuficiencia tricúspide.<sup>39</sup>

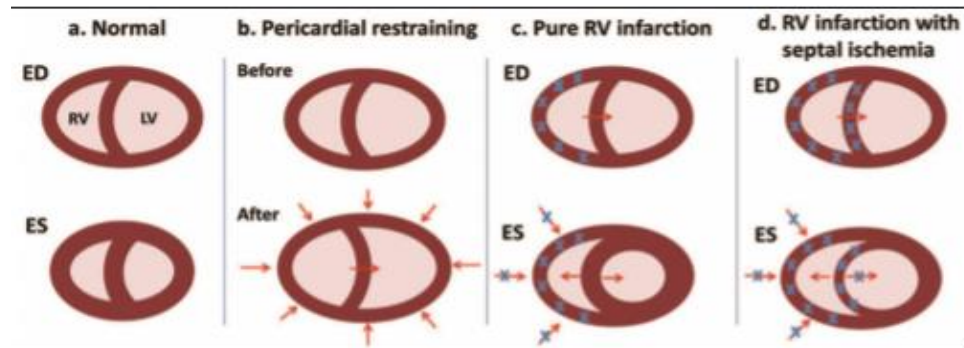


Figura 2. Fisiopatología de disfunción ventricular derecha

Efecto de las enfermedades valvulares del corazón izquierdo en el ventrículo derecho.

La enfermedad de la válvula mitral generalmente influye en el ventrículo derecho más que la válvula aórtica.<sup>41</sup> La sobrecarga de volumen auricular izquierda en la insuficiencia mitral y la hipertensión en la estenosis mitral puede causar un aumento de la presión venosa pulmonar con o sin un aumento de la resistencia vascular, teniendo como consecuencia un aumento de la postcarga del ventrículo derecho, y por lo tanto, el deterioro de su función, y desarrollo de insuficiencia tricuspídea funcional. La corrección de la enfermedad de la válvula mitral puede dar lugar a la recuperación del tamaño y la contracción del VD y la mejora de su función.<sup>26</sup> En los pacientes con larga evolución de hipertensión pulmonar, la disfunción ventricular derecha y la insuficiencia tricuspídea se mantiene y es irreversible.<sup>42</sup>

Todos los pacientes con enfermedad valvular del corazón izquierdo tienden a desarrollar una disminución significativa en la excursión sistólica de entrada del VD, la excursión sistólica del plano anular tricuspídeo (TAPSE) después de la reparación quirúrgica / sustitución de la válvula.<sup>43</sup> La posible explicación para este efecto podría deberse a la pericardiectomía con pérdida de la lubricación superficial en la cara anterior del corazón o

daño isquémico debido a la pobre preservación miocárdica del VD durante la cirugía, así como daños de la aurícula derecha debido a la colocación de las cánulas de derivación.<sup>44</sup> Se ha demostrado que el tamaño de la arteria coronaria derecha (CD) sigue siendo normal en pacientes con enfermedad de la válvula aórtica severa, pero dilata en aquellos con enfermedad de la válvula mitral, lo que indica que la hipertensión pulmonar secundaria está asociada con la hipertrofia ventricular derecha.<sup>33</sup>

El flujo sanguíneo del miocardio y el corazón derecho.

Similar al ventrículo izquierdo, el mantenimiento del flujo coronario al miocardio del VD es crucial, particularmente cuando se eleva la presión sistólica del VD, por ejemplo, en la hipertensión pulmonar, donde hay un aumento en la demanda de oxígeno por el miocardio.

La perfusión del VD se produce durante la diástole y la sístole, el componente sistólico se reduce como resultado del aumento de presiones intracamerar. La oclusión proximal aguda de la arteria coronaria derecha, a menudo resulta en la disfunción de la pared libre del VD. El ventrículo derecho isquémico crónico se vuelve rígido, dilatación dependiente del volumen, lo que contribuye a la disfunción del VD.<sup>38</sup>

Efecto de las enfermedades pulmonares en el lado derecho del corazón.

Las enfermedades pulmonares pueden causar un aumento en la resistencia vascular pulmonar (RVP), así como la presión arterial pulmonar. Por ejemplo, los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) tienen una amplia gama de presiones pulmonares en reposo y varios grados de disfunción diastólica de VD.<sup>45</sup>

Interacción ventricular.

La interacción ventricular está mediada a través de tres mecanismos:

- Circulación pulmonar con cambios en las condiciones de carga del ventrículo derecho.
- Geometría y el movimiento del septum interventricular por fibras miocárdicas comunes.
- Constricción pericárdica.

En corazones normales, el tabique interventricular es compartida por ambos ventrículos sin embargo funciona como parte del ventrículo izquierdo. Hoffman et al.<sup>46</sup> demostró que la contracción ventricular izquierda contribuyó en un 24% a la generación de trabajo del ventrículo derecho, y en la hipertensión pulmonar, la contribución se incrementa a 35%.

En circunstancias como regurgitación tricúspideas, defectos del tabique auricular o ventricular, el VD convierte la sobrecarga de volumen en hipertensión pulmonar, y esta, a su vez, se convierte en hipertensión, dando como resultado el movimiento septal invertido, quedando las funciones de septum como parte del ventrículo derecho con el fin de mantener la volumen sistólico. Además, el mismo patrón de disfunción septal se produce después de una cirugía de corazón, aunque en un grado mucho menor, y esto es probablemente para mantener el volumen sistólico del corazón derecho. El septum también transmite presiones entre las dos cavidades, por ejemplo en los pacientes con elevación de la presión diastólica final del ventrículo izquierdo pueden presentarse con una onda 'a' dominante en la presión venosa yugular, que refleja el aumento de la presión diastólica final del lado izquierdo, transmitido a la derecha a través del septum.<sup>47</sup>

La interacción ventricular a través del septo interventricular se ha reportado menos importante que la interacción a través de la circulación pulmonar, pero parece ser de gran importancia para el equilibrio del gasto cardíaco izquierdo y derecho. El hecho de que los ventrículos derecho e izquierdo están ambos encerrados dentro del pericardio sugiere que existe gran interacción interventricular a través de cambios en las presiones intra-pericárdicas. La sobrecarga de volumen ventricular y dilatación del corazón derecho provoca un aumento de la presión intrapericárdica, reduciendo el retorno venoso, el gasto cardíaco y afectará la función ventricular izquierda.<sup>28</sup>

## Evaluación de la función del corazón derecho.

La evaluación cuantitativa de la función del VD sigue siendo un desafío clínico difícil de alcanzar, siendo atribuida a las dificultades para encontrar un método reproducible para evaluar la función del VD debido a su compleja geometría estructural.

La resonancia magnética (RM), es el “estándar de oro” y ha sido ampliamente validado para dar estimaciones precisas del volumen y fracción de eyección, así como evidencia de fibrosis apical o de infiltración grasa del VD. Sin embargo, es caro, de disponibilidad limitada y no es factible en pacientes con insuficiencia cardiaca. Sin embargo, la RM es de gran valor sobre todo en pacientes con cardiopatías congénitas complejas.<sup>48</sup>

El uso de angiografía con radionúcleocidos requiere la inyección de agentes radiactivos y tiene una resolución espacial baja. Esta técnica presenta artefactos de atenuación, y la diferenciación entre la aurícula derecha y ventrículo derecho puede ser difícil. Por otra parte, la angiografía contrastada es invasiva y requiere la inyección de contraste en pacientes potencialmente inestables hemodinámicamente. Ventriculografía se ha utilizado históricamente para evaluar la fracción de eyección del VD pero el volumen no puede ser evaluado por este método.<sup>2</sup>

Con la introducción de la tomografía computarizada con emisión única de protones (SPECT), usado con marcadores de sangre, se hace posible tanto la evaluación de la fracción de eyección y los volúmenes del VD a expensas de la radiación significativa.<sup>8</sup>

Las mediciones ecocardiográficas de tamaño y las estimaciones de la función del ventrículo izquierdo son ampliamente utilizados clínicamente y son conocidos por ser de gran importancia diagnóstica y pronóstica en pacientes con enfermedad cardiaca. Sin embargo, la evaluación del corazón derecho mediante ecocardiografía es un reto debido a la anatomía compleja, así como las múltiples trabeculas que dificultan la medición de volumen del VD.<sup>49</sup>

Técnicas ecocardiográficas para evaluar el ventrículo derecho.

### Ecocardiograma modo M.

Una herramienta sencilla y muy atractiva para la medición sistólica, el movimiento del eje largo de la pared libre del VD o TAPSE es el ecocardiograma bidimensional en modo-M, demostrando que se correlaciona con la fracción de eyección derivado por angiografía con radionúcleocidos, tanto en cardiomiopatía como en enfermedad isquémica. La principal limitación de este método es que sólo representa los segmentos de flujo de entrada, excluyendo así el tracto de salida del VD y la contribución septal a la función global del corazón derecho. Además, en los pacientes con cavidad dilatada y sobrecarga de volumen, la TAPSE puede ser errónea. Mediciones adicionales del TSVD como la fracción de acortamiento, añade un gran valor a los resultados globales del VD y se ha encontrado que se correlaciona mejor con la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) en comparación con el eje largo.<sup>36,49</sup>

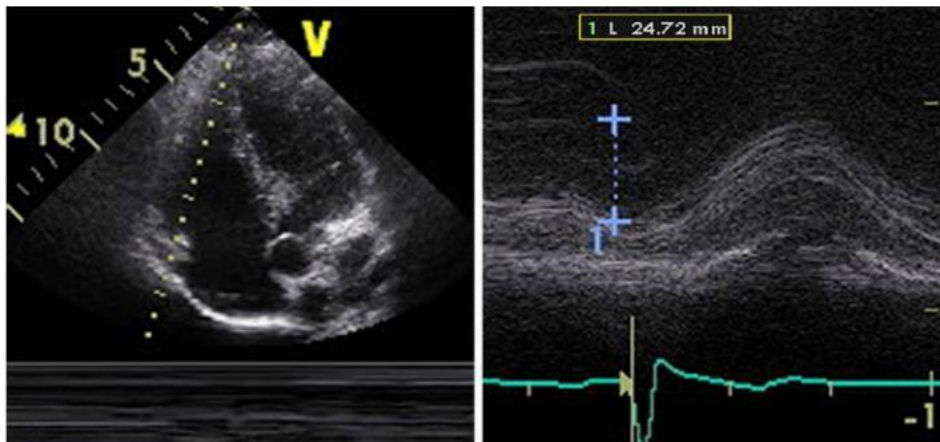


Figura 3. Medición de la excursión sistólica del plano anular tricuspideo.

### Ecocardiografía bidimensional.

La ecocardiografía bidimensional (2D) sigue siendo la técnica más ampliamente disponible, pero la compleja estructura tridimensional del VD así como sus densas trabéculas hace que la medición del volumen del VD sea difícil. En consecuencia, la evaluación del VD



por ecocardiografía 2D es más comúnmente cualitativo más que cuantitativo y esto tiene un valor limitado en la evaluación de la función del corazón derecho.

Un método útil que se usa en la práctica clínica para el cálculo de la fracción de volumen y expulsión es la fórmula de Simpson que se basa en calculos matemáticos de la geometría del VD, por lo tanto, sujetos a imprecisiones. Por otra parte, el área del ventrículo derecho se puede medir desde la vista apical y el cambio área calculada que refleja el movimiento global y regional de la pared se puede medir de forma manual y con detección de bordes, de las áreas del VD al final de la diastole y sistóle. Desde la vista subcostal, la movilidad de la pared libre del VD, el diámetro y colapso de la vena cava inferior durante la respiración normal.<sup>49</sup>

Ecocardiografía espectral Doppler.

El pico retrógrado de presión trans-tricúspide se puede obtener mediante la medición de la velocidad máxima de regurgitación tricúspide utilizando doppler continuo. El gradiente presión (GP) se calcula a partir de la velocidad de flujo (V) utilizando la fórmula de Bernoulli modificada,  $GP = 4V^2$ . El gradiente de presión se toma clínicamente como una buena estimación de la presión sistólica arterial pulmonar. El flujo de la válvula-trans pulmonar se puede obtener usando la onda del pulso Doppler colocado proximal a las valvas pulmonares y las velocidades de llenado del VD.<sup>50</sup>

Un nuevo método para evaluar la función general del VD es el índice de función miocárdica (MPI). Esto puede lograrse dividiendo el tiempo total de la suma de la contracción isovolumétrica y la relajación isovolumétrica entre el tiempo de eyección pulmonar. Este índice se ha encontrado que se correlaciona con presiones pulmonares y se puede utilizar para la detección temprana de la disfunción del VD en diferentes enfermedades. La ventaja de usar este método es que es reproducible y evita los supuestos geométricos y las limitaciones de la geometría compleja del VD. Su principal limitación es con aumento de la presión de la aurícula derecha, el indice cae debido a disminución del tiempo de relajación isovolumetrica. Por otra parte, no es fiable cuando el tiempo de eyección del VD se mide con diferentes intervalos R-R, como en la fibrilación auricular.<sup>50</sup>

## Doppler tisular miocárdico.

El doppler tisular miocárdico es una técnica utilizada para evaluar la función miocárdica del VD por la reflexión sistólica de la pared libre del ventrículo derecho y velocidad diastólica. Proporciona información sobre el movimiento del miocardio durante todo el ciclo cardíaco y detecta velocidades bajas con altas amplitudes en contraste con Doppler pulsado que detecta altas velocidades con amplitudes bajas. El principal inconveniente de esta técnica es la pobre resolución espacial debido al movimiento del corazón, mientras que el volumen de muestra es fijo y sólo registra el movimiento del anillo tricúspideo. También está limitado en la medición de las velocidades apicales de la proyección apical en eje largo. Con el uso de pulsos doppler color, la onda sistólica (s'), diastólica precoz (e') y la onda auricular diastólica tardía (a') se puede medir, así como los tiempos de relajación y contracción isovolumetricas y eyección tricuspidea.<sup>49</sup>

## Ecocardiografía 3D en tiempo real.

La ecocardiografía tridimensional (Eco-3D) se ha desarrollado durante los últimos 15 años y el volumen ventricular, masa y función puede evaluarse con precisión, así como una visión más completa de las válvulas. La resolución de contraste y la penetración se han mejorado con el transductor de matriz que consta de 3.000 elementos de disparo, que es parte de las máquinas ecocardiográficas tercera generación. Eco-3D tiene ventaja en la determinación de los volúmenes del VD y reconstrucción de la imagen y supera las limitaciones geométricas de la ecocardiografía 2D, permitiendo la evaluación del volumen sin el uso de cualquier suposición geométrica. Incluso supera algunas de las desventajas de resonancia magnética cardíaca, ya que se puede utilizar de forma rutinaria para formación de imágenes en serie al lado de la cama. Por otro lado, la ecocardiografía 3D tiene una limitación con respecto a la adquisición de datos en pacientes con arritmias, incluyendo fibrilación auricular y frecuentes-extrasístoles, ya que es necesario para la reconstrucción de la imagen 5 latidos de manera estable. La definición del endocardio es a veces difícil de discernir mediante Eco-3D, debido a los artefactos y los abundantes músculos papilares aberrantes.<sup>51</sup>

Estimación de la presión máxima y media de la arteria pulmonar.

La hipertensión pulmonar se considera cuando la Presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) excede 36 mmHg o la presión media de la arteria pulmonar (PmAP) supera los 25 mmHg. La PSAP puede evaluarse de manera invasiva mediante cateterismo cardíaco derecho con el fin de obtener la medición directa de la presión del lado derecho. Sin embargo, la ecocardiografía Doppler ha permitido medir tales presiones de manera no invasiva. Esto se puede lograr mediante la medición de la velocidad máxima de regurgitación tricúspidea (VMRT) obtenido por Doppler de onda continua y aplicando la ecuación siguiente:

$$\text{PSAP} = 4 \times (\text{VMRT})^2 + \text{Presión auricular derecha.}^{49}$$

La presión de la arteria pulmonar media se puede calcular utilizando las siguientes ecuaciones, a partir de (1) PSAP, (2) a partir del gradiente de presión retrógrado diastólica través de la válvula pulmonar, que se puede obtener de la velocidad en la insuficiencia pulmonar y que se ha demostrado que se correlaciona con las mediciones invasivas y (3) tiempo de aceleración de la arteria pulmonar, que se mide desde el inicio hasta el pico de eyección del VD con Doppler espectral.

1)  $\text{PmAP} = \text{PSAP} \times 0.61 + 2.$

2)  $\text{PmAP} = 4 \times \text{PR(EDPD2)} + \text{RAP},$  donde EDPD = caída de presión pico diástolico.<sup>52</sup>

La resistencia vascular pulmonar.

En la insuficiencia cardíaca grave y la circulación hiperkinética, la estimación de resistencia vascular pulmonar, (RVP) se suele recomendar para evitar los posibles errores en la evaluación del grado de hipertensión pulmonar. Para calcular RVP se cuenta con varias ecuaciones, teniendo en cuenta que un valor superior a 3 unidades Wood (UW) se considera anormal.

1)  $\text{RVP} = (\text{PmAP} - \text{PCP}) / \text{GC}$

Donde PCP (presión capilar pulmonar) se estimó en 10 mmHg. El gasto cardíaco (GC) se calculó como el volumen sistólico x frecuencia cardíaca. El volumen sistólico (VS) se calculó mediante la ecuación:  $0,78 \times (\text{diámetro TSVI})^2 \times (\text{velocidad de TSVI})$ .<sup>52</sup>

Índice de excentricidad.

El índice de excentricidad se mide como la relación entre el eje menor del VI paralelo al septum, y al eje menor perpendicular al tabique. Este índice se mide al final de la diástole y la sístole. En una presión de carga puramente del VD, hay un aplanamiento del septum interventricular en sístole, lo que resulta en un ventrículo izquierdo en forma de D, consistente con hipertensión pulmonar significativa. Cuando el VD se dilata, el VI disminuye en volumen dando un índice excentricidad anormal, es decir, el diámetro antero-posterior es mayor que el diámetro septo-lateral, lo que hace una forma de D la cavidad ventricular izquierda. La función diastólica del VI se ve alterada mientras se conserva la función del miocardio, que se muestra como una disminución de la relación E / A, desaceleración prolongada y tiempo de relajación isovolumétrica alargado.<sup>50</sup>

## JUSTIFICACIÓN.

La cardiopatía isquémica es uno de los problemas de salud pública de mayor impacto a nivel mundial dada su incidencia en la población<sup>1</sup>. De acuerdo al Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), en México las enfermedades cardiovasculares ocupan el segundo lugar solo después de la Diabetes Mellitus, como principal causa de mortalidad, con una tasa de 70.8 por cada 100 000 habitantes. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en Mexico, durante el año 2012, se registraron 602.354 defunciones, de las cuales, las enfermedades cardiovasculares fueron la segunda causa de defunción en ambos sexos en las edades comprendidas entre los 45 a 64 años y el primer lugar en los mayores de 65 años sin distinguir genero<sup>5</sup>.

Aquellos pacientes que reciben trombólisis luego de un primer infarto de miocardio de localización inferior, mejoran significativamente la contractilidad en el segmento postero-basal, y a su vez, una menor incidencia de complicaciones<sup>17</sup>.

La cirugía de revascularización coronaria es un tratamiento efectivo comprobado, con resultados aceptables y valorables, que permite la supervivencia al evento isquémico y puede ser el único tratamiento efectivo que ofrecerá alivio de la sintomatología y calidad de vida posoperatoria. <sup>10-16</sup>. Hoy es ampliamente conocido el concepto de miocardio hibernante y de viabilidad miocárdica, así como su identificación, lo que ha ampliado el rango de pacientes que se benefician de la revascularización<sup>19</sup>. Teniendo una mortalidad intraoperatoria que oscila entre 0 % y 12 %, con una supervivencia a los 5 años que va de 52 % a 94 %<sup>4</sup>.

La falla del VD es un síndrome clínico complejo, puede resultar de cualquier alteración estructural o funcional que altere la capacidad del VD de llenado o de eyección. Los síntomas cardinales son: a) edema / anasarca; b) sobrecarga del sistema venoso de retorno; c) disminución del gasto cardíaco, d) arritmias auriculares o ventriculares<sup>5</sup>. Puede ser causado por sobrecarga de presión, sobrecarga de volumen, enfermedades miocárdicas, isquemia o compresión pericárdica<sup>14,15,20,25,26</sup>.

En la Unidad Medica de Alta Especialidad, Hospital General “Dr Gaudencio Gonzalez Garza”, del Centro Medico Nacional La Raza, el departamento de cirugía cardiotorácica y apoyo cardiopulmonar, se requiere conocer la mejoría de la función ventricular derecha en aquellos pacientes con cardiopatía isquémica que son sometidos a cirugía de

revascularización coronaria en arteria coronaria derecha o descendente posterior, con la finalidad de prevenir posibles complicaciones o atenderlas oportunamente y así contribuir en la mejora de la calidad de vida y disminuir la morbimortalidad a corto, mediano y largo plazo de nuestros derechohabientes con este padecimiento.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

- ¿Es útil la evaluación ecocardiográfica a corto y mediano plazo de la función ventricular derecha en pacientes con cardiopatía isquémica que son sometidos a revascularización coronaria de la arteria coronaria derecha y / o arteria descendente posterior, en el servicio de cirugía cardiotorácica del Hospital General La Raza?.

## OBJETIVO GENERAL.

### Objetivo.

Evaluar la función ventricular derecha por ecocardiografía en pacientes operados de revascularización coronaria del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”.

### Objetivos específicos.

- a) Estudiar los efectos de la revascularización a la arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior y su repercusión en la función del ventrículo derecho mediante ecocardiografía transtoracica a corto y mediano plazo.
- b) Analizar la remodelación ventricular derecha posterior a la revascularización coronaria de la arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior a corto y mediano plazo mediante ecocardiografía.
- c) Evaluar a través de ecocardiografía, la contracción global del ventrículo derecho, posterior a la cirugía de revascularización coronaria de la arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior a corto y mediano plazo.



## **HIPOTESIS DE TRABAJO.**

- “Existe mejoría en la función ventricular derecha, evaluada mediante ecocardiografía transtoracica a corto y mediano plazo, en pacientes con cardiopatía isquémica sometidos a cirugía de revascularización de arteria coronaria derecha y / o descendente posterior, en el Hospital General La Raza.”

## **MATERIAL Y METODOS.**

### *CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DONDE SE REALIZARÁ EL ESTUDIO.*

Este estudio será realizado en el departamento de Cirugía Cardiorácica y Asistencia Circulatoria en el Hospital General “Dr. González Gaudencio Garza” del Centro Médico Nacional La Raza, del Instituto Mexicano del Seguro Social, con colaboración de cirujanos cardiorácicos, cardiólogo clínico con perfil ecocardiográfico y médico intensivista de unidad de posquirúrgico y trasplante cardíaco. Previo consentimiento informado escrito obtenido de todos los participantes del estudio según los requerimientos locales.

### *TIPO DE ESTUDIO.*

Se realizará un estudio prospectivo, longitudinal, y descriptivo, donde se analizará los cambios en la función ventricular derecha posterior a cirugía de revascularización coronaria, por medio de ecocardiograma transtorácico, en pacientes con cardiopatía isquémica que involucra arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior en el Hospital General La Raza “Dr. Gaudencio González Garza”.

### *CRITERIOS DE SELECCIÓN.*

#### Criterios de Inclusión.

- Pacientes con cardiopatía isquémica que involucre la arteria coronaria derecha y/o descendente posterior.
- Pacientes con cardiopatía isquémica con viabilidad miocárdica en territorio de irrigación de arteria coronaria derecha y/o descendente posterior.
- Pacientes que serán sometidos a revascularización miocárdica de la arteria coronaria derecha y/o descendente posterior.
- Pacientes de cualquier sexo.

- Pacientes de cualquier edad que sea revascularizado a la arteria coronaria derecha y/o descendente posterior.

#### Criterios de exclusión.

- Pacientes con cardiopatía isquémica que no involucre arterias coronarias de lado derecho.
- Pacientes con cardiopatía isquémica con lesiones de la arteria coronaria derecha y / o descendente posterior que no presenten viabilidad miocárdica en cara ventricular derecha.
- Pacientes con cardiopatía isquémica que no se someta a revascularización coronaria derecha por malos lechos o arterias de mala calidad para fines quirúrgicos.
- Pacientes con cardiopatía isquémica e hipertensión pulmonar severa según las guías de hipertensión pulmonar.
- Pacientes con arritmia persistente que modifique la sincronía de contracción auriculo-ventricular
- Pacientes seleccionados que no acepten participar en el estudio.

#### Criterios de Eliminación.

- Pacientes que fallezcan durante el procedimiento quirúrgico.
- Pacientes que retiren su consentimiento informado.
- Pacientes que abandonen el seguimiento de la valoración.

#### *POBLACIÓN Y MUESTRA.*

Previa aceptación del Comité Local de Investigación en salud de la institución, se incluirán los pacientes con cardiopatía isquémica con lesiones en la arteria coronaria derecha y/o arteria descendente posterior, sometidos a revascularización coronaria en el periodo comprendido de Abril 2016 a Julio 2016, y se realizará ecocardiograma transtorácico seriado en el Departamento de Cirugía Cardiotorácica y Soporte Cardiopulmonar del Hospital General

“Dr. Gaudencio González Garza”, de la Unidad Médica de Alta Especialidad, del Centro Médico Nacional “La Raza”.

#### Tamaño de la muestra.

Debido a la gran incidencia de cardiopatía isquémica, con un creciente número en pacientes con falla cardíaca derecha secundaria a cardiopatía isquémicas. Se incluirán los pacientes con cardiopatía isquémica que presenten lesiones en la arteria coronaria derecha y / o arteria descendente posterior, sometidos a cirugía de revascularización coronaria de dichas arterias, en el periodo comprendido de Abril 2016 a Julio 2016 en Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, de la Unidad Médica de Alta Especialidad, del Centro Médico Nacional “La Raza”.

#### *DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.*

Con la aprobación del comité de Enseñanza, Investigación y Bioética del Hospital General Dr. Gaudencio González Garza, del Centro Médico Nacional “La Raza”, y con el consentimiento informado de los pacientes, se realizará en un grupo de pacientes de la institución un estudio prospectivo, longitudinal, y descriptivo, donde se analizará los cambios en la función ventricular derecha en pacientes con cardiopatía isquémica sometidos a cirugía de revascularización de arteria coronaria derecha y / o descendente posterior, a través de ecocardiograma transtorácico durante el posoperatorio mediato; 1, 90 y 150 días posoperatorios.

#### DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL ESTUDIO.

Se captarán aquellos pacientes presentados en sesión médico-quirúrgica colegiada, conformada por el equipo de cardiólogos clínicos, cardiólogos intervencionistas y cirujanos cardiotorácicos, que cumplan los criterios de inclusión del protocolo de estudio.

Previa información del protocolo de investigación al paciente y familiar, quienes otorgaron su consentimiento informado, se completará valoración preoperatoria del paciente

la cual consta de anamnesis, examen físico, estudios de laboratorio prequirurgicos y estudios de gabinete, de los cuales son indispensable el ecocardiograma transtoracico y el cateterismo cardiaco (coronariografia y ventriculograma). En los pacientes con sospecha de tejido miocardico no recuperable se les realizaran pruebas de viabilidad miocardica (prueba de esfuerzo o gammagrama cardiaco). Pacientes con protocolo completo, se programara cirugía y recibirá valoración preanestesica.

En sala de quirófano, paciente en decúbito supino, bajo anestesia general balanceada y monitorización invasiva, se hará asepsia y antisepsia de tórax anterior, abdomen y miembros pélvicos con solución yodada. Se colocaran campos estériles y se hará pausa quirúrgica. Se realizara incisión media esternal, disección por planos hasta esternón realizando hemostasia; esternotomia media con sierra eléctrica, se disecara hasta pericardio. En los casos que se requiera y se determine la utilización de arteria mamaria interna izquierda; se hará descenso pleural izquierda, diseccion de arteria mamaria interna izquierda con electrocauterio, realizando hemostasia al mismo tiempo de la disección. Se incidirá el pericardio y se refiere con seda. Al mismo tiempo se realizará safenectomia de vena safena mayor del miembro pélvico previamente seleccionado con mejor disposición anatómica para toma del injerto. Se realizaran jaretas con sutura de monofilamento sintética en aorta ascendente, aurícula derecha y en casos seleccionados, en vena pulmonar superior derecha para los sitios de canulacion venosa y arterial. Otra jareta en raíz de aorta para solución de cardioplejia anterograda. Se administrara dosis efectiva de heparina no fraccionada y en tiempo de coagulación activado optimo se canularan sitios descritos. Se iniciara derivación cardiopulmonar, descenso de temperatura hasta 28 grados centígrados y se pinzara aorta ascendente, se administrara dosis (20 a 30 ml/kg) de solución de cardioplejia anterograda fría cristaloiide intracelular hasta lograra paro electromecánico en diástole. Se harán primero las anastomosis distales de vena safena inversa a los vasos coronarios, utilizando sutura de monofilamento sintético del número 6-0 o 7-0. Posteriormente, en el caso de procuración de la arteria mamaria interna izquierda, se realizara anastomosis a la coronaria con sutura de monofilamento sintético del 7.0. Se iniciara ascenso de temperatura, en normotermia, se despinzara aorta previa aspiración de la raíz aortica y se colocara electrodo de marcapasos epicardico unicameral en pared libre de ventrículo derecho. Posteriormente se colocara pinza parcial de aorta, se hará aortotomia y las anastomosis proximales con sutura de

monofilamento del 6.0. Se procederá en conjunto con anestesiología y perfusión, a la salida paulatina de derivación cardiopulmonar y retiro de cánulas. Se administrara dosis de protamina calculada y se realizará hemostasia. Colocación de sondas de drenaje torácico y afrontamiento de esternón con alambre de acero número 5 o 6. Afrontamiento de fascia preesternal y tejido celular subcutáneo en dos planos con multifilamento absorbible y posteriormente afrontamiento de piel con monofilamento sintético 2-0.

Se pasara a la unidad de cuidados intensivos postquirúrgica donde se mantendrá en monitorización y cuidado continuo. Se realizará ecocardiograma transtoracico a las 24 horas a tomar los siguientes parametros:

- **PRESION ARTERIAL:** Es la fuerza ejercida por la sangre circulante contra las paredes de los vasos arteriales que la contienen. Presión arterial sistólica es la presión máxima registrada en la arteria durante la contracción cardiaca. Presión arterial diastólica es la presión mínima registrada durante la fase de relajación y llenado cardiaco.
- **TEMPERATURA:** Es la medida relativa de calor o frío asociado al metabolismo del cuerpo humano y su función es mantener activos los procesos biológicos, varía según la persona, la edad, la actividad.
- **RITMO CARDIACO:** Es el movimiento del corazón causado por el bombeo constante de sangre, normalmente son dos ruidos y deben ser rítmicos y regulares.
- **FRECUENCIA CARDIACA:** Número de latidos cardiacos en una unidad de tiempo, generalmente utilizando minuto.
- **TAMAÑO VD:** Las dimensiones del VD son estimadas al final de la diástole, en una vista apical de 4 cámaras enfocada al VD. Se debe tomar la cruz y el ápex del corazón en la imagen. Un diámetro a nivel de la base > 42 mm y mayor de 35 mm a nivel medio indican dilatación del VD. En forma similar, si la dimensión longitudinal es mayor a 86 mm.
- **GROSOR PARED VD:** El grosor de la pared del VD es medido en la diástole, desde la vista subcostal, en modo M o bidimensional (2D). Más de 5 mm de grosor indica hipertrofia y puede sugerir sobrecarga de presión del VD en ausencia de otras patologías.

- PSAP: La presión sistólica de la arteria pulmonar se calcula como la suma de la presión estimada de la AD y el gradiente pico de presión entre el ventrículo derecho y la aurícula derecha, estimado por la aplicación de la ecuación modificada de Bernoulli al pico de velocidad representado por la señal Doppler de regurgitación tricuspídea.
- TAPSE: La excursión sistólica del plano anular tricuspídeo, es una medida de la función longitudinal del ventrículo derecho. Se mide a nivel del anillo tricuspídeo lateral. Un TAPSE menor a 16 mm indica disfunción sistólica del VD.
- ONDA S': La onda S' se refiere a la velocidad tisular sistólica lateral del anillo tricuspídeo derivada del Doppler y los segmentos basales de la pared libre del VD. Si la velocidad de la onda S' es menor a 10 cm/s, hay disfunción sistólica del VD
- FEVD: Relación porcentual entre el volumen final de la diástole menos el volumen final de la sístole del ventrículo derecho.
- RELACION E/A: La onda E se refiere a la velocidad pico del llenado rápido del ventrículo izquierdo. La onda A es la velocidad pico del llenado tardío determinada por la contracción auricular. Uno de los índices más difundidos es el valor de la relación onda E / A.
- FRACCION DE ACORTAMIENTO CIRCUNFERENCIAL DEL VENTRICULO DERECHO: La fracción de acortamiento es aquella que mide el acortamiento sistólico de las fibras circunferenciales del ventrículo derecho. Calculando el área fraccional de acortamiento se obtiene delineando el endocardio del VD tanto en sístole como en diástole, desde el anillo, a lo largo de la pared libre, y luego de vuelta al anillo, a través del septum interventricular.
- GRADO DE INSUFICIENCIA TRICUSPIDEA: El área del chorro de regurgitación está correlacionada con la gravedad de la insuficiencia tricuspídea, y es < 5 cm<sup>2</sup> en los casos leves, 6-10 cm<sup>2</sup> en los moderados y > 10 cm<sup>2</sup> en los graves.
- GRADO DE HIPERTENSION ARTERIAL PULMONAR CON ECUACION DE BERNOULLI: La PSAP mayor de 35 a 40 mmHg, sugiere hipertensión pulmonar, usando la ecuación simplificada de Bernoulli, con un estimado de la presión de la AD:  $PSVD=4(V^2) + PAD$ , donde V es el pico de velocidad (en m/s) del jet de regurgitación tricuspídea, y la PAD se estima del diámetro de la VCI y los cambios respiratorios.

- **DIAMETRO Y GROSOR DE VENTRICULO IZQUIERDO:** El diámetro del ventrículo izquierdo se mide al final de la diástole con 50 mm y de la sístole 32mm +- 4mm en cada valor. El grosor de la pared posterior y septum es de 6 – 10 mm.
- **FEVI:** Relación porcentual entre el volumen final de la diástole menos el volumen final de la sístole del ventrículo izquierdo.

Al egreso del servicio de cirugía cardiotorácica, se cita al paciente a los 90 y 150 días para control ecocardiográfico (utilizando los mismos parámetros) y valoración de la clase funcional (NYHA).

**Tabla 1.** Descripción de variables.

VARIABLES		DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN
Parámetros Ecocardiográficos	Tamaño de VD	Cuantitativa continua Se refiere a las dimensiones de la cámara ventricular derecha.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico Se expresa en mm
	Grosor de VD	Cuantitativa continua Indica la medida de la pared ventricular derecha en plano transversal. Más de 5 mm de grosor indica hipertrofia del VD.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico Se expresa en mm
	PSAP	Cuantitativa Discreta Expresa la presión sistólica de la arteria pulmonar. El valor normal de corte para la presión pico pulmonar es igual o menor de 36mmHg.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico Se expresa en mmHg.
	FEVD	Cuantitativa discreta La fracción de eyección del VD es calculada como (volumen de final de diástole – volumen de final de sístole)/volumen de final de diástole. El límite de referencia	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en porcentaje



			inferior es de 44%, con rango normal de 38 a 50% .	
	ONDA S'	Cuantitativa	La onda S' se refiere a la velocidad tisular sistólica lateral del anillo tricuspídeo derivada del Doppler y los segmentos basales de la pared libre del VD. Si es menor a 10 cm/s, hay disfunción sistólica del VD.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en cm/s.
	TAPSE	Cuantitativa discreta	Es una medida de la función longitudinal del VD. Un TAPSE menor a 16 mm indica disfunción sistólica del VD.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33 Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico Se expresa en mm.
	RELACION E/A	Cuantitativa.	Es la relación entre la velocidad pico del llenado rápido del ventrículo izquierdo y la velocidad pico del llenado tardío determinada por la contracción auricular.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en fracción x/y.
	Fraccion de acortamiento circunferencial del ventriculo derecho	Cuantitativo.	Mide el acortamiento sistólico circunferencial del VD.	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en porcentaje.
	Diametro y grosor de ventriculo izquierdo.	Cuantitativo.	: El diámetro del ventrículo izquierdo se mide al final de la diástole con 50 mm y de la sitole 32mm +- 4mm en cada valor. El grosor de la pared posterior y septum es de 6 – 10 mm	Analizado a partir del equipo de ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio,3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en mm.
	FEVI	Cuantitativo	Relación porcentual entre	Analizado a partir del equipo de

			el volumen final de la diástole menos el volumen final de la sístole del ventrículo izquierdo	ecocardiograma transtoracico PHILIPS iE33. Tomada en el posoperatorio, 3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en porcentaje.
<b>Universales</b>	Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	Condición anatómica y actitudinal que distingue el macho de la hembra.	Tomado a partir de las características fenotípicas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino (1)</li> <li>• Femenino (2)</li> </ul>
	PRESION ARTERIAL	Cuantitativo.	Es la fuerza ejercida por la sangre circulante contra las paredes de los vasos arteriales que la contienen.	Se determina con baumanometro, tomando en cuenta presión sistólica y diastólica. Se toma posquirúrgico a los 3 y 6 meses del procedimiento quirúrgico. Se expresa en mmHg.
	TEMPERATURA	Cuantitativo	Es la medida de calor o frío asociado al metabolismo del cuerpo humano.	Se determina con la colocación axilar / oral de termómetro de mercurio. Se toma posquirúrgico, a los 3 y 6 meses del procedimiento quirurgico. Se expresa en grados centígrados.
	RITMO CARDIACO.	Cualitativo	Es el movimiento del corazón causado por el bombeo constante de sangre, deben ser rítmicos y regulares.	Se determina con la palpación de pulso radio y/o carotideo, tomando el ritmo de pulsación. Se toma posquirúrgico, a los 3 y 6 meses del procedimiento quirurgico. Rítmico. Arritmico.
	FRECUENCIA CARDIACA	Cuantitativo	Número de latidos cardiacos en una unidad de tiempo, generalmente utilizando minuto.	Se determina con la palpación de pulso radio y/o carotideo, tomando el numero de pulsaciones en un minuto. Se toma posquirúrgico, a los 3 y 6 meses del procedimiento quirurgico. Se expresa en latidos / min.

Tomando Clase Funcional	NYHA	Cualitativa Ordinal	Clasificación para síntomas de falla cardíaca. Designa 4 grados (I, II, III y IV), basándose en las limitaciones en la actividad física del Paciente ocasionadas por los síntomas cardíacos.	Tomada del interrogatorio a el paciente a los 3 y 6 meses de operado Se expresa en grados
----------------------------	------	------------------------	---	--

## RECURSOS.

### RECURSOS HUMANOS.

#### Especificos.

- Médico Cardiólogo Ecocardiografista Adscrito al Servicio de Cirugia Cardiotorácica y Soporte Cardiopulmonar del Hospital General del CMN La Raza: Dr. José Galván Diaz.  
+ Encargado de realizar el estudio ecocardiografico posquirúrgico y de Seguimiento.  
+ Responsable de protocolo.
- Médico Residente de Cirugía Cardiotorácica y Soporte Cardiopulmonar del Hospital General del CMN La Raza: Dr. Oscar Daniel Cruz López.
  - Encargado de recabar y registrar los datos para el estudio.
- Médico Intensivista jefe del programa clínico de trasplante cardiaco y Ecocardiografista Adscrito al Servicio de Cirugia Cardiotorácica y Soporte Cardiopulmonar del Hospital General del CMN La Raza: Dr. Hugo Zetina Tun.
  - Colaborador de realizar el estudio ecocardiografico posquirúrgico y de seguimiento.

#### Generales.

- Médicos Cirujanos Cardiotoracicos Adscritos al Servicio de Cirugia Cardiotorácica y Soporte Cardiopulmonar del Hospital General del CMN La Raza.
  - Encargados de realizar procedimiento quirúrgico de revascularización coronaria.

### 11.2 RECURSOS MATERIALES.

#### Para procedimiento quirúrgico.

- Material de asepsia.

- Material de sutura monofilamento/multifilamento de diferente calibre.
- Instrumental quirúrgico.

Para control ecocardiografico.

- Gel transductor
- Ecocardiografo Philips iE33

Para recolección y análisis de datos.

- Material de papelería.
- Computadora personal

### 11.3 RECURSOS FÍSICOS:

El estudio se llevará a cabo en el área de cirugía cardiovascular y unidad de cuidados intensivos post quirúrgicos del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza”.

### 11.4 RECURSOS FINANCIEROS:

Propios de la institución hospitalaria, ya que esta cuenta con los recursos humanos, físicos y materiales para llevarla a cabo.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se realizará estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Para variables cuantitativas con distribución normal se obtendrá una media aritmética y desviación estándar: con distribución libre se obtendrá mediana y cuartiles. Para variables cualitativas ordinales, con distribución normal se obtendrá moda, mediana, cuartiles y percentiles; La información se procesara con el software SPSS (SPSS, inc. Chicago, IL, USA) versión 20.0.

Los resultados se presentaran en tablas y gráficas.

## ASPECTOS ÉTICOS.

El presente estudio se fundamenta en la experiencia previa realizada a nivel mundial. Se contempla de acuerdo a los lineamientos éticos de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, Junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, Octubre de 1975. 35ª Asamblea Médica Mundial Venecia, Italia, Octubre de 1983. 41ª Asamblea Médica Mundial Hong Kong, Septiembre 1989, 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996 y la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia, Octubre 2000. Nota de Clarificación del Párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002. Nota de Clarificación del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Corea 2008 y a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud en sus artículos 100 y 101.

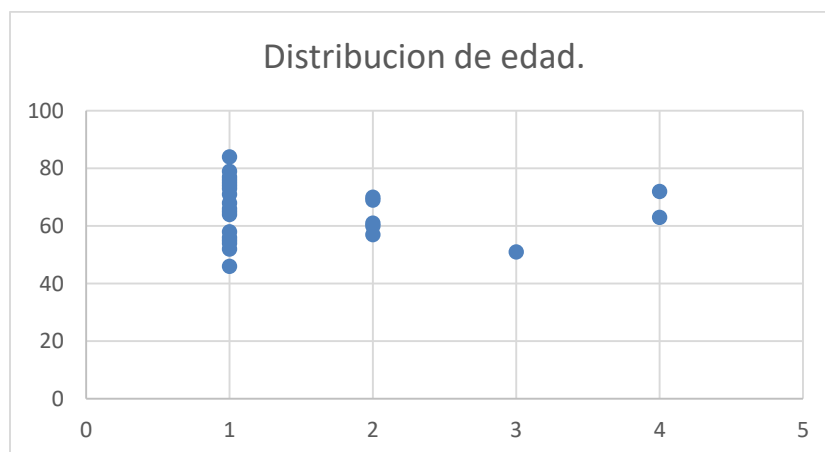
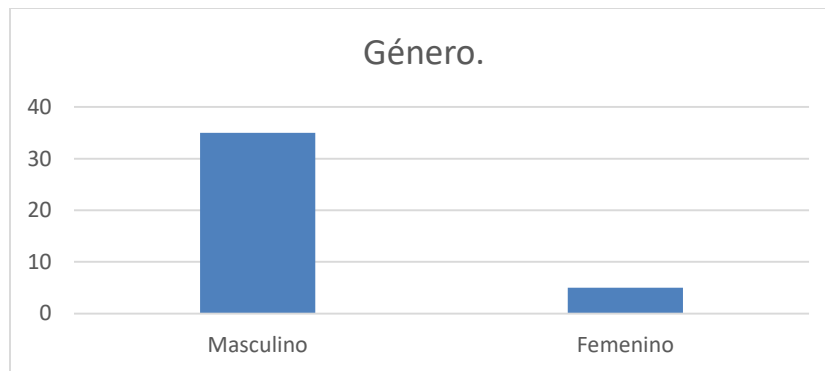
Una vez aprobada el proyecto de investigación por el comité de Enseñanza e Investigación y Bioética del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional de “La Raza”, se obtendrá el consentimiento informado de los pacientes **(Anexo)**. El estudio fue realizado por profesionales de la salud, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del paciente, bajo la responsabilidad de la institución que cuenta con los recursos humanos y materiales necesarios para que garanticen su bienestar. Prevalciendo siempre el criterio de respeto a la dignidad, confidencialidad y protección de sus derechos.

Además de que la probabilidad de los beneficios esperados supera los riesgos predecibles.

## RESULTADOS.

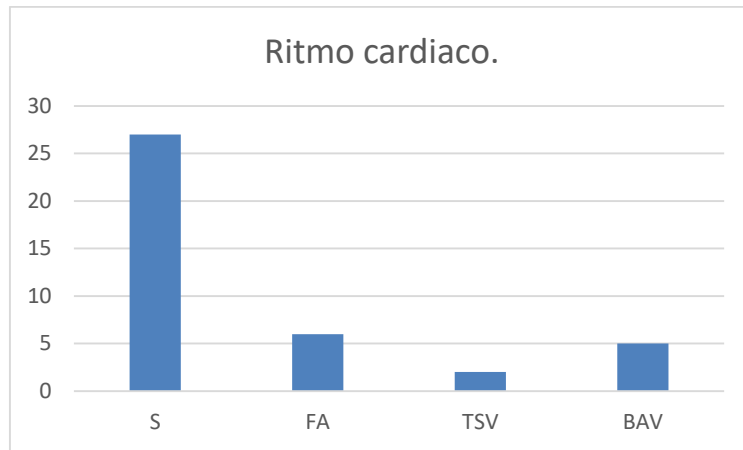
En el estudio se incluyeron 50 pacientes con estudios preoperatorios, excluyendo a 10 pacientes por criterios establecidos; tres presentaron infarto perioperatorio las primeras 24 hrs, cuatro con infarto tardío detectado a su cita 90 días posteriores, y tres no continuaron seguimiento de cita.

Los pacientes que se sometieron a revascularización coronaria de la arteria descendente posterior y/o coronaria derecha, presentaron edad entre 46 hasta 84 años, con una media de 64.1 y mediana de 63.5, siendo mas frecuente 72 años. Incluyendo 35 del genero masculino y 5 del genero femenino.





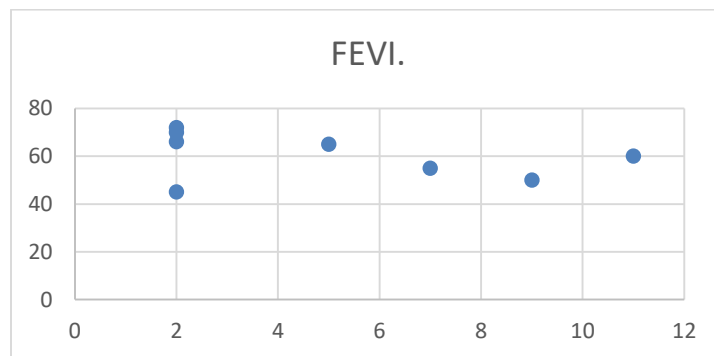
El ritmo cardiaco predominante fue el sinusal con 27 pacientes, fibrilación auricular 6, taquicardia supraventricular 2, y bloqueo auriculo-ventricular 5; grado I y grado II mobitz I. Con tensión arterial sistémica desde 90/50 – 140/90mmHg, con moda de 110/60mmHg. Todos los pacientes eutermicos, con temperatura promedio de 36.6 °C.



S: Sinusal, FA: Fibrilación auricular, TSV: Taquicardia supraventricular, BAV: Bloqueo auriculo-ventricular.

Los datos ecocardiograficos preoperatorios con presión sistólica de arteria pulmonar de 35-55mmHg, con media de 42.1, y moda de 45mmHg. Así mismo la TAPSE de 14-33mm, con media de 18.4 y moda de 17mm. Insuficiencia tricuspidea de observo en 11 pacientes como leve, 7 moderada y 12 con insuficiencia severa, 10 pacientes sin insuficiencia.

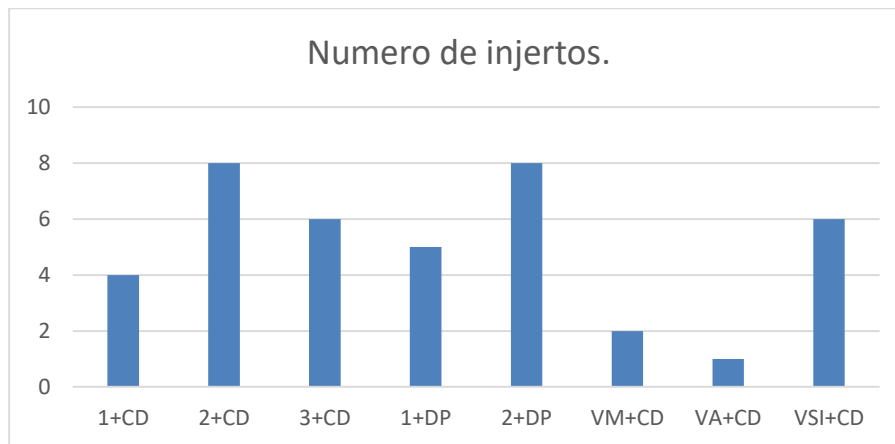
La evaluación del ventrículo izquierdo, con Diámetro diastólico 48-56mm, con media de 51.5 y moda de 50mm. El diámetro sistólico 23-36mm con media de 29.8mm y moda 31mm. Con Fracción de expulsión de 45-72% con media de 57.7 y moda de 60%.



Distribución de fracción de expulsión ventricular izquierda.

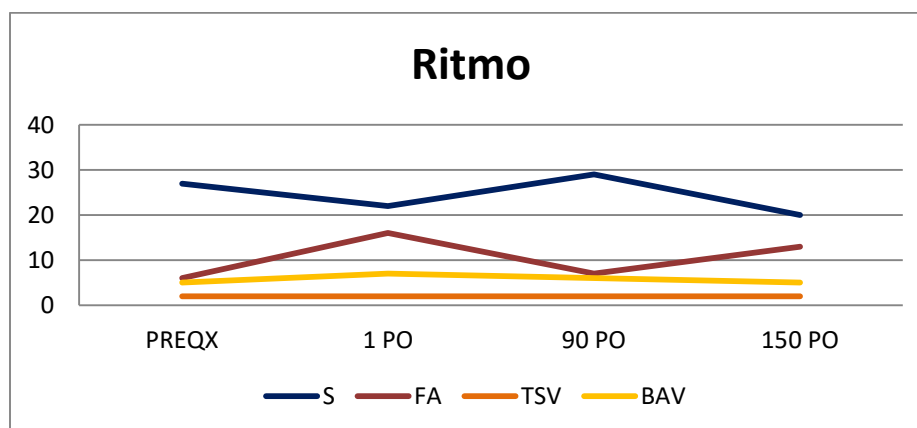
La evaluación posquirúrgica se llevó a cabo al 1, 90 y 150 días con ecocardiograma transtorácico en cita de control.

Se realizaron procedimientos con revascularización de arterias del sistema izquierdo con arteria mamaria interna o vena safena inversa, cambio valvular mitral y/o aórtico, en todos los casos se revascularizó el sistema derecho; arteria coronaria derecha y/o descendente posterior, como se muestra en la siguiente grafica.



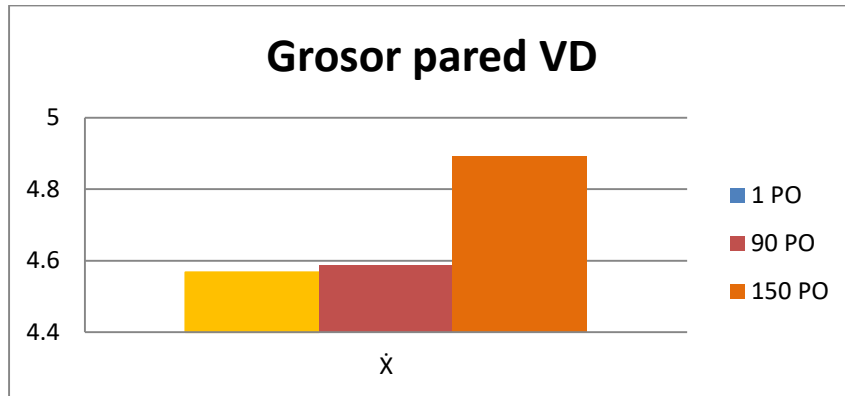
CD: Coronaria derecha, DP: Descendente posterior, VM: Válvula mitral, VA: Válvula aórtica. VSI: Vena safena inversa.

En la evaluación del ritmo cardiaco se observó de un aumento en la frecuencia de fibrilación auricular posquirúrgica a mediano plazo, sin mejoría en la taquicardia y el bloqueo.



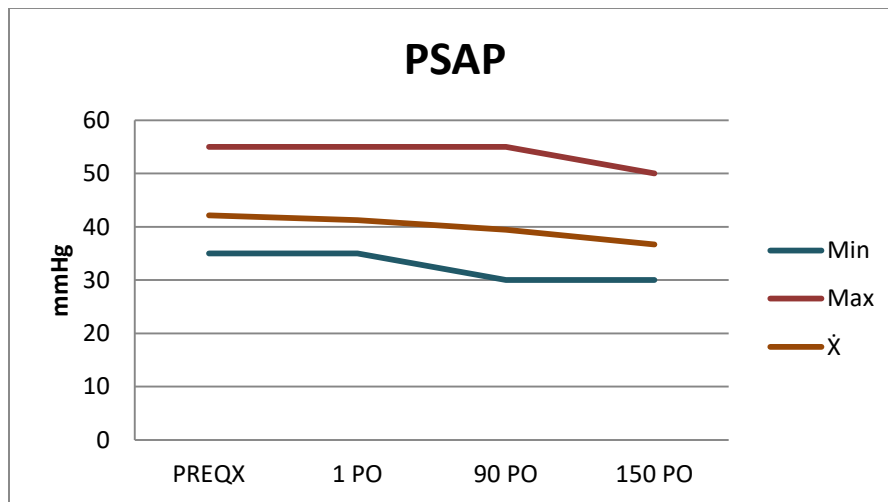
S: Sinusal, FA: Fibrilación auricular, TSV Taquicardia supraventricular, BAV: Bloqueo auriculo-ventricular.

El grosor de la pared del ventrículo derecho tuvo aumento progresivo, siendo mayor hasta el 5to mes posquirúrgico.



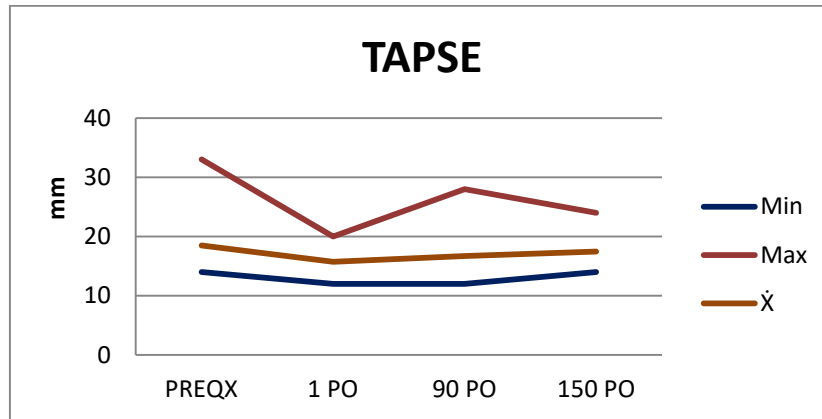
VD: Ventrículo Derecho

La presión sistólica de la arteria pulmonar presento un descenso importante, con media de descenso de 5 mmHg, siendo gradual a mediano plazo.



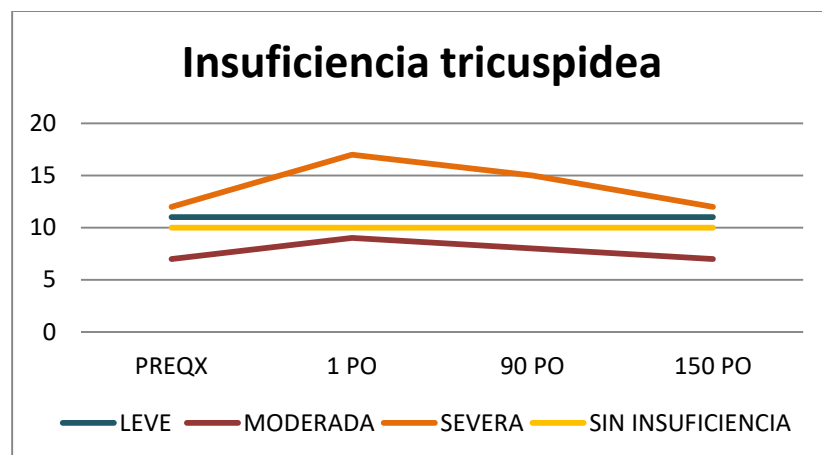
PSAP: Presión sistólica de arteria pulmonar.

El movimiento anular tricuspideo mostró mejoría solo en pacientes con deterioro significativo con TAPSE igual o menor de 12mm, conservándose en rangos aceptables en el resto de los pacientes.

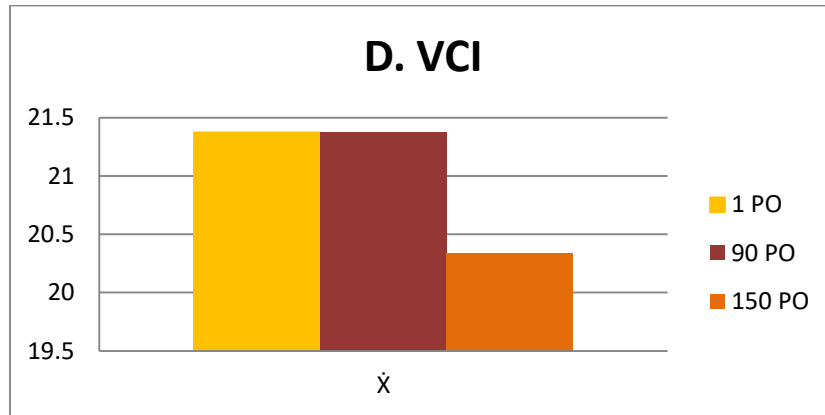


TAPSE: Excursión sistólica del plano anular tricuspideo (por sus siglas en ingles).

La Insuficiencia tricuspidea tuvo mejoría en los pacientes que presentaban grado de moderado a severo, sin embargo esto fue significativo a mediano plazo.

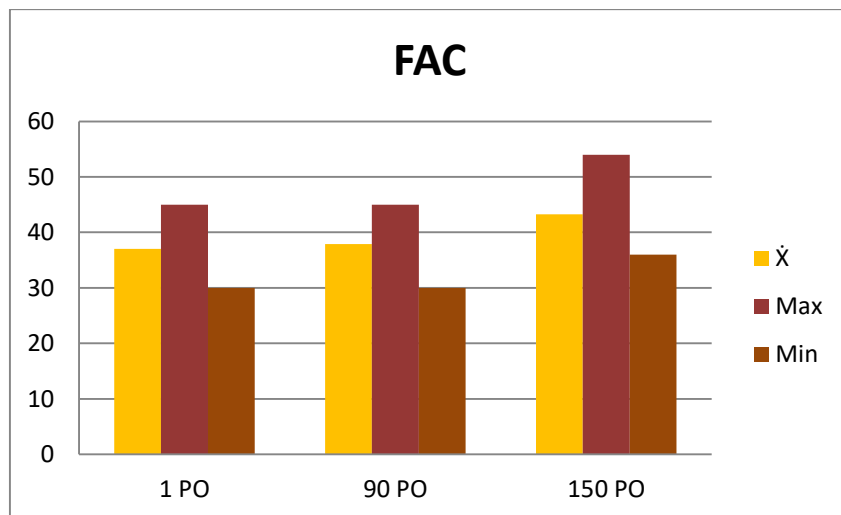


En la evaluación en el diámetro de la vena cava inferior se observó una disminución de 1mm en promedio a mediano plazo.



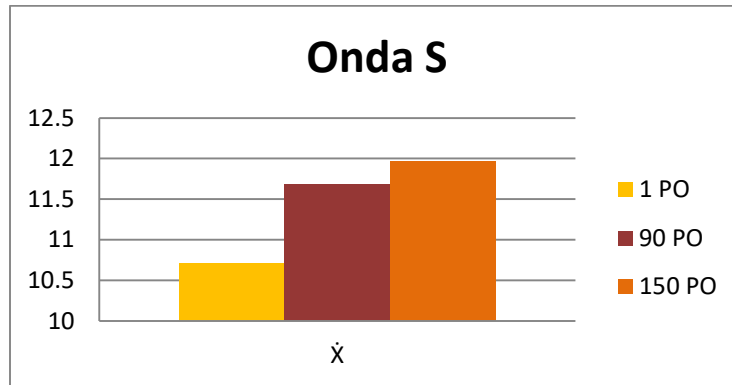
D.VCI: Diámetro de Vena Cava Inferior.

El cambio fraccional del área del ventrículo derecho, presento un aumento significativo en el periodo de 150 días, tanto en pacientes con área fraccional conservada, como en aquellos limítrofes.



FAC: Cambio de área fraccional (por sus siglas en ingles).

La función sistólica del ventrículo derecho, medida por la onda S', presentó aumento progresivo, como se grafica la media en las respectivas valoraciones hasta lograr media de 11.9 cm/s.

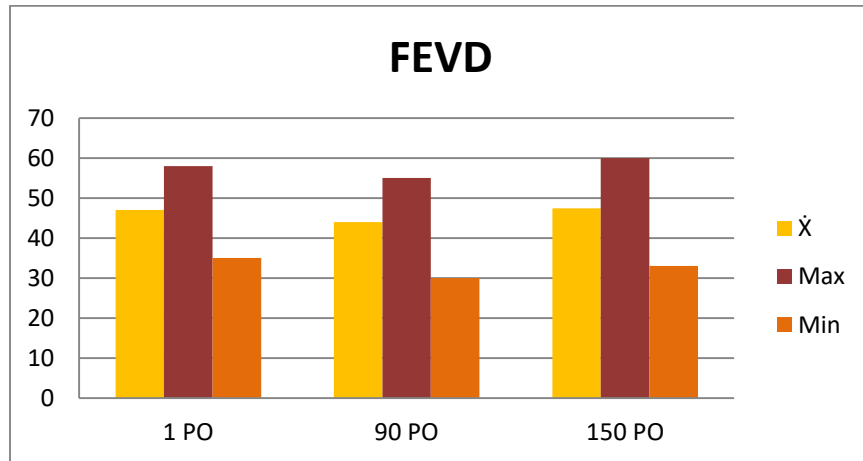


Tomando la media de el índice de rendimiento micardico del ventrículo derecho por doppler pulsado, presenta tendencia al aumento en la valoración de 3 meses, sin embargo, a los 150 dias, se observa una cifra promedio al posquirúrgico inmediato.

De la misma manera se comporta los valores de la relación E/A y el tiempo de desaceleración, representando un llenado ventricular pseudonormalizado con un rendimiento miocárdico en parámetros aceptables.

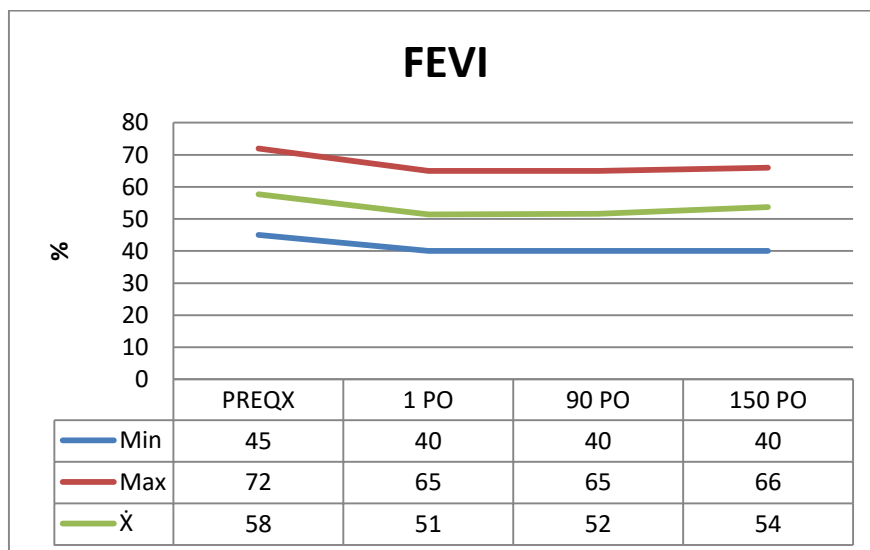
		<b>1 PO</b>	<b>90 PO</b>	<b>150 PO</b>
<b>IRM</b>	$\bar{X}$	0.26	0.34	0.26
	Max	0.35	0.41	0.35
	Min	0.16	0.20	0.16
<b>REL. E/A</b>	$\bar{X}$	1.79	1.73	1.73
	Max	2.10	2.10	2.10
	Min	1.20	1.10	1.20
<b>DESAC</b>	$\bar{X}$	143.16	157.63	164.00
	Max	238.00	220.00	220.00
	Min	5.00	120.00	130.00

La fracción de expulsión del ventrículo derecho presentó aumento progresivo con máximo registrado en la ultima evaluación, llegando a presentarse hasta 60% y con una media de 47.4%.



FEVD: Fracción de expulsión del ventrículo derecho.

La función ventricular izquierda, cuantificada por fracción de expulsión de ventrículo izquierdo, se observó ligera disminución prequirúrgica y posquirúrgica, con mejoría global progresiva, sin embargo, no se logró superar parámetros a FEVI mayor de 57% en la media, y una moda de 45%.



## DISCUSION.

Durante el periodo de Abril a Julio de 2016, se sometieron a revascularización coronaria 50 pacientes que involucró el lado derecho, con la coronaria derecha y/o la arteria descendente posterior. Se observó durante este periodo, una incidencia de infarto perioperatorio mediato de 6%, tomando en cuenta al menos dos de los tres siguientes criterios: cambios electrocardiográficos de nueva aparición, criterios ecocardiográficos y criterios enzimáticos. Durante el seguimiento, la incidencia de infarto perioperatorio tardío durante los 150 días posteriores a procedimiento quirúrgico se elevó a 8%.

Se realizaron procedimientos de revascularización de 1-4 injertos, incluyendo el lado derecho, además de procedimientos combinados con valvular aórtico y mitral, teniendo variación en tiempo de derivación cardiopulmonar y pinzado aórtico, teniendo en relación al ritmo cardiaco, un aumento de la fibrilación auricular posterior a la cirugía cardiaca, con aumento de 35% de nuestra muestra. Siendo la alteración predominante.

Dentro de la evaluación de ventrículo derecho, se obtuvo un aumento en el grosor de la pared ventricular derecha significativa en los siguientes 150 días posterior a procedimiento quirúrgico, lo cual nos orienta hacia una remodelación ventricular al revertir el proceso isquémico. Esto se correlaciona con una disminución de la presión sistólica de la arteria pulmonar que fue progresiva, sin embargo, es notoria hasta la tercera evaluación posquirúrgica, así como la disminución de presión auricular y diámetro de la vena cava inferior.

El movimiento del plano anular tricuspideo, resultó mejoría para los pacientes que presentaban mayor deterioro de la función ventricular derecha y disminución de TAPSE, permaneciendo en parámetros aceptables aquellos con buena movilidad. Así mismo, presenta un comportamiento similar en la evaluación de la insuficiencia tricuspidea durante la última evaluación ecocardiográfica.

En el cambio de área fraccional del ventrículo derecho, predictor independiente de la función ventricular derecha, se observó mejoría progresiva significativa hasta los 150 días posquirúrgicos, siendo más notoria en pacientes con procedimientos combinados valvulares. Se presentó el mismo patrón de comportamiento en los resultados de la evaluación de la onda S', con aumento de la velocidad de flujo, traduciendo mejoría en la función sistólica, en



correlacion con la fracción de expulsión del ventrículo derecho, la cual se calculó hasta el 60%.

El índice de rendimiento miocárdico del ventrículo derecho, la relación E/A, y el tiempo de desaceleración, presentó un patrón diferente, con datos sugestivos de mejoría durante los siguientes 90 días posteriores al procedimiento, sin embargo, a la tercera evaluación ecocardiografica, se vuelve a establecer en una correlación de llenado de cavidades pseudonormalizado con un adecuado índice de rendimiento miocárdico.

Finalmente, la evaluación funcional del ventrículo izquierdo por medio de la fracción de expulsión como elemento importante en la interdependencia ventricular, resultó en una disminución de 4% en promedio de la FEVI basal prequirúrgica, manteniendo media de 57.9% de fracción de expulsión y moda de 55%.

## CONCLUSION.

El presente estudio demuestra que existe mejoría en la función ventricular derecha a mediano plazo, evaluada mediante ecocardiografía transtoracica en pacientes con cardiopatía isquémica sometidos a cirugía de revascularización de arteria coronaria derecha y / o descendente posterior, mejorando la función sistólica y disminuyendo la sobrecarga y presiones de las cavidades derechas. Además, indica el inicio de remodelación ventricular y mejoría de la contracción global del ventrículo derecho.

Dentro de los factores a considerar, se encuentra los multiples procedimientos que se realizaron además de la revascularización coronaria del sistema derecho, por lo que se debe aislar procedimientos isquémicos, valvulares y combinados, asi mismo considerar el tiempo de derivación cardiopulmonar y pinzado aórtico como factor de recuperación miocárdica posquirúrgica debido a los efectos de miocardio aturdido.

Consideramos de gran utilidad la ecocardiografía en la evaluación posquirúrgica, ya que podría utilizarse como predictor de mejoría o disfunción ventricular.

## ANEXOS.

### ANEXO 1.

#### HOJA DE RECOLECCION DE DATOS ECOCARDIOGRAFICOS.

Nombre \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_ Talla \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Fecha de cirugía. \_\_\_\_\_ Cirugia Realizada (injertos) \_\_\_\_\_  
 FC: \_\_\_\_\_ lpm. Ritmo: \_\_\_\_\_. TA: \_\_\_\_\_ mmHg.

Temp: \_\_\_\_\_ °C.

RECOLECCION DATOS ECOCARDIOGRAFICOS.			
VARIABLES.	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	
TAMAÑO VD			OBSERVACIONES
En paraesternal eje largo		mm	
Diámetro en la base y en			
La porción media			
LONGITUDINAL		mm	
GROSOR PARED LIBRE VD		mm	
PSAP		mmHg	
DIAMETRO VCI		mm	
FUNCION SISTOLICA.			
IRMVD		%	
TAPSE		mm	
FAC VD		%	
ONDA S'		cm/s	
FEVD (VTD-VTS)/VTD		%	
FUNCION DIASTOLICA			
RELACION E/A			
TIEMPO DESACELERACION		m/s	
PSVD		mmHg	
GRADO INSUFICIENCIA TRICUUSPIDEA.			
VENTRICULO IZQUIERDO.			
GROSOR DIASTOLICO SEPTAL Y DE PARED POSTERIOR.		mm.	
DIAMETRO DE VENTRICULO IZQUIERDO.		mm.	
FEVI.		%	

## ANEXO 2

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

	<p>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL          UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN          Y POLÍTICAS DE SALUD          COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD          CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO</p>	
<p>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN</p>		
<p>Nombre del estudio:</p>	<p>“Evaluación ecocardiográfica a corto y mediano plazo de la función ventricular derecha en pacientes operados de revascularización coronaria del Hospital General La Raza.”</p>	
<p>Lugar y fecha:</p>	<p>México, D.F., a _____ de _____ del 2016.</p>	
<p>Número de registro:</p>	<p>R-</p>	
<p>Justificación y objetivos del estudio:</p>	<p>El ecocardiograma transtorácico es el método de elección para evaluar la función cardíaca posterior a cirugía de revascularización coronaria. Es un método no invasivo con resultados aceptables, que permite la valoración global y segmentaria del corazón después de haberse sometido a cirugía cardíaca, como evaluación mediata e inmediata.</p>	
<p>Procedimientos:</p>	<p>Se me ha informado sobre el procedimiento de ecocardiograma transtorácico posquirúrgico, tanto si deseo o no deseo participar en el estudio; en caso de aceptar participar doy permiso de que se recaben los datos ecocardiográficos y clínicos a las 24 horas y 3 meses de la cirugía.</p>	
<p>Posibles riesgos y molestias:</p>	<p>Este es un estudio no invasivo, con riesgos mínimos en la realización durante el periodo posquirúrgico mediato e inmediato, independientemente si participa o no en este estudio.</p>	
<p>Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:</p>	<p>Podrá determinarse la función global y segmentaria en la función cardíaca del ventrículo derecho posterior a cirugía de revascularización coronaria de arteria coronaria derecha y/o descendente posterior durante el periodo posquirúrgico a corto y mediano plazo.</p>	

Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Se han comprometido a proporcionarme información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta
	pudiera cambiar mi parecer respecto a la permanencia en el mismo.
Participación o retiro:	Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento que lo considere conveniente sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.
Privacidad y confidencialidad	Se me ha garantizado que no se me identificarán en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.
Beneficios al término del estudio:	Debido a que la decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria y no tendré que hacer gasto alguno durante el estudio, no recibiré pago de ninguna índole por mi participación, solo la satisfacción de haber contribuido a la generación de nuevos conocimientos que en un futuro puedan beneficiar a otros pacientes.
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador responsable:	Dr. José Galván Díaz, Cedula Profesional 1195672 , a quien se le puede localizar en el Servicio de cirugía cardiotorácica del Hospital General, ubicado en Seris y Zachila s/n. Col. La Raza, Deleg. Azcapotzalco, CP 02990, México D.F. o en el Tel: 55 14 41 21 21 Extensión 23424
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4º piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México D.F., C.P. 06720. Teléfono: (55)56 27 69 00. Correo electrónico: <a href="mailto:comisión.etica@imss.gob.mx">comisión.etica@imss.gob.mx</a>	
_____ Participante: Nombre y firma	_____ Investigador: Nombre y firma
_____ Testigo: Nombre, dirección, relación y firma	_____ Testigo: Nombre dirección, relación y firma

## ANEXO 3

	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL NYHA
Clase <b>I</b>	No limitación de la actividad física. La actividad ordinaria no ocasiona excesiva fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase <b>II</b>	Ligera limitación de la actividad física. Confortables en reposo. La actividad ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase <b>III</b>	Marcada limitación de la actividad física. Confortables en reposo. Actividad física menor que la ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase <b>IV</b>	Incapacidad para llevar a cabo cualquier actividad física sin disconfort. Los síntomas de insuficiencia cardíaca o de síndrome anginoso pueden estar presentes incluso en reposo. Si se realiza cualquier actividad física, el disconfort aumenta.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

1. Escobedo J, Rodríguez G, Buitrón L. Morbilidad y mortalidad por cardiopatía isquémica en el Instituto Mexicano del Seguro Social. *ACM* 2010;80(4):242-248.
2. Denault A, Haddad F, Jacobsohn E. Perioperative right ventricular dysfunction. *LWW* 2013; 26(00):1-11.
3. Metha SR, Eikelboom JW, Natarajan MK, Díaz R, Yi C, Gibbons RJ, et al. Impact of right ventricular involvement on mortality and morbidity in patients with inferior myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 37-43.
4. Matamoros R, Mujica J, Rodríguez Y, Guevara L. Insuficiencia mitral isquémica: aspectos fisiopatológicos y terapéuticos. *RFM* 2008; 31: 19-28.
5. González R, Alcalá J. Enfermedad isquémica del corazón, epidemiología y prevención. *UNAM* 2010;53(5):35-43.
6. Smith PK, Puskas JD, Ascheim DD, Voisine P, Gelijns AC, Moskowitz AJ, et al. Surgical Treatment of Moderate Ischemic Mitral Regurgitation. *N Engl J Med* 2014; 371:2178-88.
7. Inohara T, Kohsaka S, Fukuda K. The challenges in the management of right ventricular infarction. *EHJ* 2013; 2(3):226-234.
8. Hammoudi N, Cohen A. Right ventricular systolic function assessment by echocardiography in routine clinical practice; simple and feasible. *ACD* 2014;107:505-507.
9. Goldhaber SZ, Visani L, De Rosa M. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes, in the internacional cooperative pulmonary embolism registry (ICOPER). *Lancet* 1999; 353: 1386-9.
10. Baker BJ, Wilen MM, Boyd CM, Dinh H, Francisa JA. Relation of right ventricular ejection fraction to exercise capacity of patients with chronic left ventricular failure. *AJC* 1984; 54:596-9.
11. Enger R, Ray R, Higgins CB. Clinical Assessment and follow up of functional capacity in patients with chronic congestive cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1982;49:1832-7.
12. Ho SY, Nihoyannopouloulos P. Anatomy, echocardiography and normal right ventricular dimensions. *Hears* 2006;92(1):i2-i3.

13. Bleeke G, Steendijk P, Holaman E, Acquired right ventricular dysfunction. *AHA* 2006;92:14-18
14. Larsen WJ. *Human embryology*. Elsevier España, Madrid 3<sup>a</sup> ed. 2003 Pp 157-231.
15. Magder S. The left heart can only be as good as the right heart: determinants of function and dysfunction of the right ventricle. *Crit Care Resusc*. 2007; 9: 34451.
16. Dell'Italia LJ, The right ventricle: anatomy, physiology, and clinical importance. *Curr Probl Cardiol* 191;16:653-720
17. Grant RP, Downey FM, MacMahon H. The architecture of the right ventricular outflow tract in the normal human heart and in the presence of ventricular septal defects. *Circulation* 1961;24:223-35.
18. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I. Anatomy, Physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. *Circulation* 2008; 117: 1436-48.
19. Foale R, Nihoyannopoulos P, McKenna W, Kleinebenne A, Nadazdin A, Rowland E, et al. Echocardiographic Measurement of the normal adult right ventricle. *Br Heart J* 1986;56:33-44.
20. Henein MY, Zhao Y, Nicholl R, Sun L, Khir AW, Franklin K, et al. The human heart: application of the Golden ratio and angle:239-42.
21. Greenbaum RA, Ho SY, Gibson DG, Becker AE, Anderson RH. Left ventricular fibre architecture in man. *Br Heart J* 1981;45:248-63.
22. Gibson D. The Right Ventricular Infundibulum: Has it a role? *Eur J Echocardiogr* 2003;4:3.
23. Buckeberg GD, Coghlan HC, Hoffman JI, Torrent-Guasp F. The structure and function of the helical heart and its buttress wrapping. VII. Critical importance of septum for right ventricular function. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001;13:402-16.
24. Rushmer RF. The mechanism of ventricular contraction: A cinefluorographic study. *Circulation* 1951;4:219-228.
25. Haddad F, Doyle R, Murphy DJ, Hunt SA. Right ventricular function in cardiovascular disease, part II. Pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. *Circulation* 2008; 117: 1717-31.



26. Geva T, Powell AJ, Crawford EC, Chung T, Colan SD. Evaluation of regional differences in right ventricular systolic function by acoustic quantification echocardiography and cine magnetic resonance imaging. *Circulation* 1998;98:339-345
27. Lindqvist P, Holmgren A, Zhao Y, Henein MY. Effect of pericardial repair after aortic valve replacement on septal and right ventricular function. *Int J Cardiol* 2012;155:388-93.
28. Buckberg GD. The ventricular septum: the lion of the right ventricular function, and its impact on right ventricular restoration. RESTORE group. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 29 (suppl 1): S 272-8.
29. Gaynor SL, Maniar HS, Prasad SM, Steendijk P, Moon MR. Reservoir and conduit function of right atrium: impact on right ventricular filling and cardiac output. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2005;288:H2140-5.
30. Yilmaz M, Erol MK, Acikel M, Sevimli S, Alp N. Pulsed Doppler tissue imaging can help to identify patients with right ventricular infarction. *Heart vessels* 2003;18:112-6.
31. Jurcut R, Giusca S, Ticulescu R, Popa E, Amzulescu MS, Ghiorghiu I, et al. Different patterns of adaptation of the right ventricle to pressure overload: a comparison between pulmonary hypertension and pulmonary stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2011;24:1109-17.
32. Vasalli G, Hess OM, Krogmann ON, et al. Coronary artery size in mitral regurgitation and its regression after mitral valve surgery *Am Heart J* 1993;126:1091-8.
33. Brilla C, Konz KH, Karsch KR, Seipel L. Right ventricular function in mitroaortic valve disease with and without tricuspid incompetence. *Z Kardion* 1986; 75 (Suppl 2): 114-6.
34. Hirata N, Sakakibara T, Shimazaki Y, et al. Preoperative and postoperative right ventricular function during exercise in patients with mitral stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:1029-34.
35. Nguyen T, Cao L, Mohaved A. Altered ventricular contractile pattern after cardiac surgery: monitoring of septal function is essential. *ECHO-WPI*. 2014; 1159-1165.
36. Nagel E, Stuber M, Hess OM. Importance of the right ventricle in valvular heart disease. *Eur Heart J* 1996;17:829-836. Review.
37. Corey E, Ventetuolo J. Management of acute right ventricular failure in the intensive care unit. *AATS*.2014;11(6):811-822.

38. Dell'Italia LJ, Santamore WP. Can indices of the left ventricular function be applied to the right ventricle?. *Prog Cardiovasc Dis.* 1998;40:309-24.
39. Triantafyllou K, Kranidis A, Karabinos E. Clinical implications of the echocardiographic evaluation of right ventricular function on the long axis using newer techniques. *HJC.* 2010; 51:42-48.
40. Calcuttea A, Holmgren A, Lindqvist P. Organised right ventricular remodelling in aortic stenosis even after valve replacement. *EIL.* 2013; 1549-1550.
41. Calcuttea A, Chung R, Lindqvist P. Differential right ventricular regional function and the effect of pulmonary hypertension: three dimensional echo study. *HJ.* 2011: 1004-11.
42. Haddad F, Couture P, Tousignant C. The right ventricle in cardiac surgery, a perioperative perspective. *IARS* 2009;108(2):422-33.
43. Hess OM, Bhargava V, Ross J Jr, Shabetai R. The role of the pericardium in interactions between the cardiac chambers. *Am Heart J* 1983;106:1377-83.
44. Clifford R. Ventriculo derecho y circulación pulmonar: conceptos básicos. *REC.* 2010;63(1):81-95.
45. Hoffman D, Sisto D, Frater R. Left-to-right ventricular interaction with a noncontracting right ventricle. *JTCS.* 1994;107:1496-502.
46. Lindqvist P, Calcuttea A, Henein M. Echocardiography in the assessment of right heart function. *EJE.* 2008;9:225-234.
47. Pini R, Giannazzo G, Di G. Transthoracic three-dimensional echocardiographic reconstruction of left and right ventricles: in vitro validation and comparison with magnetic resonance imaging. *AHJ.* 1997;133:221-9.
48. Lawrence G, Wyman L, Lanqi H. Guías para la evaluación ecocardiográfica de las cámaras derechas en el adulto: un reporte de la Asociación Americana de Ecocardiografía. *JASE.* 2010;23:685-713.
49. Peyrou J, Parsai C, Chauvel C. Echocardiographic assessment of right ventricular function in a population of unselected patients before cardiac surgery: a multiparametric approach is necessary. *ACD.* 2014;107:529-539.
50. Karhausen J, Dudaryk R, Phillips-Bute B. Three-dimensional transesophageal echocardiography for perioperative right ventricular assessment. *ATS.* 2012;94:468-474.

51. Grapsa J, Dawson D, Nihoyannopoulos P. Assessment of right ventricular structure and function in pulmonary hipertensión. JCU.2011;19(3):115-125.