

11205



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL
CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"
SERVICIO DE CARDIOLOGIA**

**"EVALUACION ECOCARDIOGRAFICA DE LA FUNCION
SISTOLICA EN EL INFARTO DEL VENTRICULO DERECHO"**

TESIS DE POSTGRADO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO EN
LA ESPECIALIDAD DE CARDIOLOGIA**

P R E S E N T A :

DR. FRANCISCO EULALIO PARRA BRACAMONTE

**DIRECTOR: DR. ALFONSO LARA OLIVAREZ
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA HECMNR.**

**ASESORES: DR. JUAN ANTONIO AVIÑA ZUBIETA
UNIDAD DE INVESTIGACION EN EPIDEMIOLOGIA CLINICA HECMNR**

**DR. CARLOS ENRIQUE LIRA CARREON
DEPARTAMENTO DE MEDICINA NUCLEAR HECMNR.**



IMSS

MEXICO, D. F.

ENERO DE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



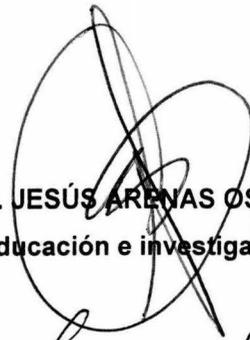
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA


Dr. JESÚS ARENAS OSUNA
Jefe de Educación e investigación médica




Dr. LUIS LEPE MONTAYA
Titular del curso de cardiología



Dr. FRANCISCO EULALIO PARRA BRACAMONTE
Medico residente de cardiología

Número de registro Comisión Nacional de Investigación Científica
2003-690-0084

Número de proyecto Hospital Centro Médico Nacional "La Raza"
030664

**"Evaluación de la Función Sistólica del Ventrículo Derecho por
Ecocardiografía en el Infarto del Ventrículo Derecho"**

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Por su gran amor y su apoyo incondicional

Que tuvieron a lo largo de estos

Años.

A mi hermano Manuel:

Por su invaluable ayuda en

La elaboración de este

Trabajo.

Al Dr. Alfonso Lara Olivarez

Por su amistad y por sus ideas innovadoras

Para la realización de

Esta Tesis.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Francisco Eulalio Parra Bracamonte

FECHA: 28 de enero de 2004

FIRMA: 

INDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
ANTECEDENTES CIENTÍFICOS	5
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	18
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXO 1 HOJA DE RECOLECCION DE DATOS ECOCARDIOGRAFICOS	25
ANEXO 2 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACION EN PROYECTOS DE INVESTIGACION CLINICA	26
ANEXO 3 TABLAS Y GRAFICAS	27
ANEXO 4 PARAMETROS MEDIDOS EN PACIENTES CON INFARTO DE VENTRÍCULO DERECHO	31
ANEXO 5 PARAMETROS MEDIDOS EN PACIENTES DEL GRUPO CONTROL	32

RESUMEN

“Evaluación Ecocardiográfica de la Función Sistólica en el Infarto del Ventrículo Derecho”

Objetivo.

Demostrar la utilidad de cuantificar la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho y la fracción de acortamiento de su tracto de salida como parámetros ecocardiográficos para evaluar en forma semicuantitativa la función sistólica en aquellos pacientes con infarto del ventrículo derecho y su relación con otros parámetros de función ventricular derecha como el gradiente retrógrado tricuspídeo y el tiempo de aceleración de flujo de la arteria pulmonar.

Establecer la correlación que existe entre la fracción de expulsión del ventrículo derecho obtenida por medicina nuclear y los parámetros ecocardiográficos mencionados.

Material y Métodos.

Se incluyó un grupo de 13 pacientes consecutivos con el diagnóstico de infarto del miocardio posteroinferior con extensión a ventrículo derecho, y un grupo control de 20 individuos sanos. Se efectuó un estudio ecocardiográfico en proyecciones paraesternal y apical, utilizando el modo M para medir la fracción de acortamiento del tracto de salida y la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho. El ecocardiograma Doppler se utilizó para estimar el gradiente retrógrado tricuspídeo y el tiempo de aceleración de flujo de la arteria pulmonar. En los pacientes con infarto del ventrículo derecho se efectuó un ventriculograma con radionúclidos para determinar la fracción de expulsión del ventrículo derecho.

Resultados.

La fracción de acortamiento del tracto de salida y la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho se encontraron estadísticamente disminuidos ($P < 0.0001$) en el grupo de pacientes con infarto comparados con el grupo control. Se observó una fuerte correlación tanto de la fracción de acortamiento del tracto de salida ($r = 0.80$) como de la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en dos cámaras derechas ($r = 0.76$) con la fracción de expulsión del ventrículo derecho obtenida mediante Medicina Nuclear. La movilidad de la pared libre del ventrículo derecho medida en cuatro cámaras solo mostró una correlación moderada ($r = 0.69$), al compararse con la fracción de expulsión del ventrículo derecho.

El gradiente retrógrado tricuspídeo ($r = -0.14$) y el tiempo de aceleración del flujo de la arteria pulmonar ($r = 0.33$), mostraron correlación débil con la fracción de expulsión del ventrículo derecho.

Conclusiones.

La fracción de acortamiento del tracto de salida y la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho obtenidos mediante ecocardiograma transtorácico son parámetros no invasivos, reproducibles, confiables y de fácil realización para medir la función sistólica del ventrículo derecho en pacientes con sospecha de infarto miocárdico de ventrículo derecho. En esta patología el gradiente retrógrado tricuspídeo y el tiempo de aceleración de flujo de la arteria pulmonar no se alteran de manera importante.

Palabras clave: Ecocardiograma, función ventricular derecha, tracto de salida del ventrículo derecho, infarto de ventrículo derecho.

ABSTRACT

“Echocardiographic Evaluation of the Right Ventricular Systolic Function in the Right Ventricular Infarction”

Objectives.

To demonstrate the utility of the right ventricular free wall motion and outflow-tract fractional shortening measures as echocardiography parameters to evaluate in a semiquantitative way the systolic function in patients with right ventricle myocardial infarction and its relation with other parameters of right ventricular function such as right ventricular-right atrial pressure drop and pulmonary artery acceleration time.

To estimate the relationship between right ventricular ejection fraction measured by nuclear medicine and the echocardiography parameters before mentioned.

Material and Methods.

A group of thirteen consecutive patients with diagnosis of posteroinferior extended to right ventricular myocardial infarction; and a control group of twenty healthy persons were included. A echocardiographic study at paraesternal and apical views in M mode was used to measure the right ventricular outflow tract fractional shortening and free wall motion. Doppler echocardiography was used for the estimation of right ventricular-right atrial pressure drop and pulmonary artery acceleration time. Radio nuclide right ventriculography was made in patients with right ventricular infarction to determinate ejection fraction.

Results.

Right ventricular outflow tract fractional shortening and free wall motion were diminished in patients group compared with the control group ($P < 0.0001$). There were strong correlations between right ventricular outflow-tract fractional shortening ($r = 0.80$), and free wall motion in two right chambers view ($r = 0.76$), compared with right ventricular ejection fraction. Free wall motion in four chambers view showed moderate correlation ($r = 0.69$), compared with right ventricular ejection fraction.

Right ventricular-right atrial pressure drop ($r = -0.14$) and pulmonary acceleration time ($r = 0.33$), showed a weak correlation compared with the ejection fraction.

Conclusions.

Right ventricular outflow tract fractional shortening and free wall motion by transthoracic echocardiography are non-invasive, simple and reliable parameters to determine systolic function of the right ventricle in patients of suspected right ventricular infarction. In this pathology the right ventricular-right atrial pressure drop and pulmonary artery acceleration time are not affected of important way.

Keywords: Echocardiography, right ventricular function, right ventricular outflow tract, right ventricular infarction.

ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

La evaluación de la función del ventrículo derecho (VD) es importante en muchas condiciones clínicas, tales como la insuficiencia cardíaca congestiva⁽¹⁾, embolismo pulmonar agudo⁽²⁾, enfermedades valvulares⁽³⁾, enfermedad cardíaca congénita y después de la cirugía cardíaca⁽⁴⁾, así como en la isquemia del VD⁽⁵⁾, las técnicas no invasivas tales como el ventriculograma con radionúclidos⁽⁶⁾, imágenes con resonancia magnética^(7,8) y el ecocardiograma^(9,10) son utilizados para evaluar la función del VD. El ecocardiograma bidimensional y recientemente tridimensional ha sido utilizado para calcular volúmenes ventriculares y la fracción de eyección pero tiene limitaciones por la compleja anatomía del VD que lo hace más difícil de estudiar de manera cuantitativa que el ventrículo izquierdo, ya que tiene forma de medialuna, es asimétrico y altamente trabeculado, estas características desafían su descripción en términos de un modelo geométrico simple (9,12,14).

La evaluación de la función del VD utilizando angiografía invasiva y el ventriculograma con radionúclidos también tiene sus limitaciones debido a la geometría compleja del VD ya descrita, estas técnicas miden de manera cualitativa la movilidad del VD y en forma cuantitativa la fracción de eyección. Existen varios métodos para la determinación de la fracción de expulsión ventricular derecha por medio de medicina nuclear, los más comunes son la ventriculografía isotópica de primer paso y la segunda en equilibrio que corresponde a una múltiple adquisición sincronizada al electrocardiograma (MUGA). En la actualidad se considera que no existe diferencia significativa entre las determinaciones obtenidas por una técnica o la otra. En el caso de la angiografía invasiva se miden las presiones intracavitarias, sin embargo no han sido suficientes para cuantificar de manera sensible y confiable la evaluación cuantitativa de los volúmenes y la fracción de

eyección del VD; como ocurre con las mediciones en el ventrículo izquierdo ^(15,16). Además la permanente interacción entre el VD y el ventrículo izquierdo involucra muchos factores anatómicos y hemodinámicos que afectan directamente la función de bomba del corazón ⁽¹⁷⁾.

Los criterios hemodinámicos obtenidos mediante cateterismo cardiaco para establecer el diagnóstico de infarto del VD son: una presión media de la aurícula derecha mayor de 10 mmHg, un índice entre la presión media de la aurícula derecha y la presión capilar pulmonar en cuña mayor de 0.8 y una presión capilar pulmonar en cuña mayor de 15 mmHg. ⁽⁵⁾.

La ecocardiografía bidimensional es la herramienta más efectiva para delinear la presencia y severidad de la isquemia del VD, demostrando la disfunción de la pared libre, depresión de la función global, y del grado de dilatación del VD, inversión de la curvatura septal, que confirma la presencia de interacciones diastólicas adversas significativas. El grado de movimiento septal paradójico indica las interacciones sistólicas compensadoras y la presencia de dilatación severa de la aurícula derecha, que traduce disfunción isquémica concomitante de la aurícula derecha y/o insuficiencia tricuspídea.

La medición del desplazamiento del anillo tricuspídeo en proyección apical 4 cámaras ha demostrado ser un método útil para evaluar La función del VD aún en pacientes con presiones derechas elevadas ^(4,10,18-20). Otros estudios como el Doppler tisular, la cuantificación acústica y la resonancia magnética han reportado la utilidad de la movilidad del infundíbulo y del tracto de salida del VD como marcador de la función del mismo ⁽²¹⁻²⁴⁾.

Recientemente Lindqvist y colaboradores ⁽²⁵⁾ estudiaron a 92 pacientes evaluando la función del ventrículo derecho mediante ecocardiografía, midiendo la fracción de

acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho y los compararon con las mediciones obtenidas en 20 sujetos sanos. Se reportó una correlación entre una fracción de acortamiento más baja en los pacientes con hipertensión pulmonar, se propone que dicha medición puede ser utilizada para seguimiento de los pacientes que pueden desarrollar disfunción del VD, en dicho estudio además se evaluó la movilidad de la pared libre del VD mediante la medición del desplazamiento del anillo tricúspideo y el gradiente retrógrado del flujo de la válvula tricúspide para tener una evaluación más completa del funcionamiento de dicho ventrículo, las limitaciones de dicho estudio fueron que no se obtuvo un marcador global de la función del VD sino más bien un marcador regional, asimismo no se comparó con alguna técnica considerada como el estándar de oro para la función del VD, tal como el cateterismo cardíaco o bien un ventriculograma con radionúclidos, aunque es bien aceptado que no hay un método lo suficientemente confiable para la evaluación cuantitativa de los volúmenes o de la fracción de eyección del VD por ventriculografía ⁽²⁵⁾.

En los pacientes con infarto del VD, la irregularidad y asimetría de la geometría del mismo junto con una reducción en la amplitud de la contracción normal (con relación al ventrículo izquierdo), hace que la determinación de los cambios sutiles en la contracción local (hipocinesia) sea más difícil de evaluar, por lo tanto se requiere establecer la presencia de acinesia o discinesia para hacer el diagnóstico de infarto del VD, la acinesia del VD es un indicador extremadamente sensible del infarto de dicha localización y las anomalías en la movilidad de la pared han sido demostradas en prácticamente todos los pacientes con evidencia clínica o hemodinámica de infarto del VD.

En el único estudio realizado hasta el momento, en el que se comparan los criterios hemodinámicos y ecocardiográficos para el diagnóstico de infarto del VD la sensibilidad y

especificidad del ecocardiograma se encontró de 82% y 62% respectivamente. El mismo estudio encontró la sensibilidad de la ventriculografía nuclear del 92% y la especificidad del 82% comparado con las mediciones hemodinámicas ⁽²⁶⁾.

En otro estudio cuando se comparó con la ventriculografía nuclear, la sensibilidad y especificidad de la ecocardiografía se estableció en 82% y 93% en un estudio ⁽²⁷⁾ y de 92% y 79% en otro ⁽²⁸⁾.

En nuestro hospital se efectuó un estudio²⁹ en el que se evaluó la función sistólica del VD en pacientes con infarto del ventrículo derecho, midiendo su fracción de eyección por ecocardiografía y comparándola con la obtenida por ventriculografía con radionúclidos encontrando una adecuada correlación, sin embargo dichas mediciones solo se efectuaron en 8 pacientes con infarto del ventrículo derecho y la medición de la fracción de eyección por ecocardiografía se efectuó con métodos complejos y laboriosos⁰.

La presencia de infarto del VD establecido mediante criterios no invasivos, se asocia a un aumento significativo (25-30%) de la morbilidad y la mortalidad a corto plazo y puede influir sobre el pronóstico a largo plazo, eventualmente ocurre la recuperación clínica y hemodinámica después de semanas o meses (3-12 meses). La insuficiencia cardíaca derecha unilateral secundaria a infarto del VD es rara. La recuperación espontánea de la función del ventrículo derecho a pesar de la oclusión crónica de la arteria coronaria derecha se atribuye a los efectos benéficos de la circulación colateral al VD ⁽²⁵⁾.

Por lo anterior, es evidente que la evaluación de la función sistólica del ventrículo derecho es muy importante en pacientes con infarto de dicha localización, ya que identifica a un subgrupo de pacientes con alto riesgo de complicaciones, por lo que debe considerarse como prioritario para recibir terapia de reperfusión, ya que conlleva una mayor morbi-mortalidad a corto plazo, sin embargo, dicha evaluación no es fácil de

efectuar debido a la ya mencionada compleja anatomía y geometría del ventrículo derecho. Por lo que en este estudio nos propusimos demostrar la utilidad de un método fácil, útil, con alta sensibilidad y especificidad para evaluar la función del ventrículo derecho por ecocardiografía transtoracica en pacientes con infarto en dicha localización.

Tradicionalmente por ecocardiografía bidimensional se evalúa a los pacientes con infarto del ventrículo derecho de manera cualitativa demostrando una disminución en la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho, la dilatación de dicha cavidad, un movimiento septal paradójico, aplanamiento de la curvatura septal en diástole, dilatación de la aurícula derecha y grados variables de insuficiencia tricuspídea.

En el presente estudio se pretende establecer la utilidad de la medición de la fracción de acortamiento y de la cuantificación en modo M de la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en la unión con el anillo tricuspídeo en una proyección apical de 4 cavidades y primordialmente de la cuantificación en modo M de la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en una proyección apical de 2 cámaras derechas, como métodos que ofrezcan una medición semicuantitativa de la función sistólica del ventrículo derecho de fácil realización, reproducible, confiable, segura, no invasiva en pacientes con infartos de dicha localización.

A fin de validar a estos parámetros, se buscó demostrar su utilidad, comparándolos contra la fracción de expulsión del ventrículo derecho obtenida mediante ventriculograma con radionúclidos, el cual es una técnica aceptada para medir la función sistólica del ventrículo derecho, sin embargo tiene limitaciones como: No es reproducible, es costosa, no es portátil, requiere de instalaciones sofisticadas y representa ciertos riesgos asociados para los pacientes como posibles reacciones alérgicas a las sustancias empleadas en Medicina nuclear.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se efectuó en el servicio de Ecocardiografía perteneciente a la división de Cardiología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional "La Raza", Los pacientes incluidos en este estudio ingresaron al servicio de cardiología, provenientes de la unidad coronaria del mismo hospital. La realización del ventriculograma derecho con radionúclidos se efectuó en el servicio de medicina nuclear de este hospital, en un período de tiempo no mayor de 24 horas posterior al estudio ecocardiográfico.

El tipo de estudio fue longitudinal, prospectivo, abierto descriptivo y observacional.

El grupo de casos estuvo formado por pacientes mayores de 18 años, masculinos o femeninos, ingresados al servicio de cardiología provenientes de la unidad coronaria con el diagnóstico establecido de infarto miocárdico posteroinferior con extensión a ventrículo derecho, dentro de los primeros 7 días del evento agudo.

El grupo testigo estuvo formado por personas mayores de 18 años, sin cardiopatía estructural ni neumopatía de cualquier tipo.

Los criterios de inclusión fueron:

- Pacientes consecutivos, mayores de 18 años, masculinos o femeninos, ingresados al servicio de cardiología y provenientes de la unidad coronaria con el diagnóstico establecido por clínica, electrocardiograma y enzimático de infarto posteroinferior con extensión a ventrículo derecho, dentro de los primeros 7 días posteriores al evento agudo.
- Pacientes que firmen su consentimiento informado para participar en el estudio.

Los criterios de no inclusión fueron:

- Pacientes que además del infarto posteroinferior con extensión a ventrículo derecho tuvieran otro infarto miocárdico en otra localización.
- Pacientes hemodinámicamente inestables: con hipotensión o hipertensión descontrolada.
- Pacientes con infarto posteroinferior con extensión a ventrículo derecho que presentaran complicaciones clínicas como: angina inestable.
- Pacientes con infarto posteroinferior con extensión a ventrículo derecho que presentaran complicaciones eléctricas persistentes como: trastornos de la conducción auriculoventricular y/o intraventricular, así como arritmias malignas como taquicardia y/o fibrilación ventricular.
- Pacientes con infarto posteroinferior con extensión a ventrículo derecho que presentaran complicaciones mecánicas (aneurisma, pseudoaneurisma, disfunción o ruptura de un músculo papilar, comunicación interventricular).
- Pacientes con infarto posteroinferior con extensión a ventrículo derecho que tuvieran más de 7 días de evolución.

El tamaño de la muestra se determinó considerando la existencia de al menos una correlación de 0.7 entre el ecocardiograma y el estudio de medicina nuclear y con un poder beta de al menos 80%, con error alfa de 0.05 de dos colas, el tamaño estimado de la muestra fue de 13 pacientes.

Se incluyeron 13 pacientes consecutivos mayores de 18 años masculinos o femeninos, ingresados al servicio de cardiología provenientes de la unidad coronaria con el diagnóstico establecido (clínica, electrocardiográfica y enzimáticamente) de infarto

posteroinferior con extensión a ventrículo derecho, con un periodo de evolución no mayor de 7 días.

Como grupo testigo se tomaron 20 personas voluntarias mayores de 18 años, masculinos o femeninos, sin cardiopatía estructural, ni enfermedad pulmonar aguda o crónica.

Se les realizó un estudio ecocardiográfico en modo M, bidimensional Doppler de onda pulsada, continua y codificada en color, el cual se efectuó por un médico residente de cardiología en adiestramiento y un médico cardiólogo ecocardiografista. Se empleó un ecocardiógrafo Hewlett Packard, Sonos 5500, equipado con un transductor multifrecuencia de 1.0 a 5.0 MHz.

Los pacientes fueron examinados en decúbito lateral izquierdo conectados a un registro electrocardiográfico. Se realizó el ecocardiograma bidimensional en proyección paraesternal eje corto a nivel de los grandes vasos, se estudió el tracto de salida del ventrículo derecho y se midieron los diámetros telediastólico (al inicio de la onda Q) y telesistólico (al final de la onda T), en milímetros. Se calculó la fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho.

La movilidad de la pared libre del ventrículo derecho se obtuvo en una proyección apical de las 4 cámaras con el cursor en modo M posicionado en el ángulo entre la pared libre del ventrículo derecho y el anillo de la válvula tricúspide.

Asimismo, utilizamos la medición del desplazamiento de la pared libre del ventrículo derecho en una proyección apical de 2 cámaras derechas (partiendo de una proyección apical de 2 cavidades izquierdas, se angula el transductor anteriormente hasta visualizar adecuadamente la pared libre del ventrículo derecho), con el cursor en modo M posicionado en la unión del tercio basal con el tercio medio de la pared libre del ventrículo

derecho se mide su desplazamiento en milímetros, durante la telesístole, lo que representa la aportación de este estudio en la evaluación de la función sistólica del ventrículo derecho.

La velocidad del flujo Doppler de la válvula pulmonar fue registrada en una proyección paraesternal en eje corto a nivel de grandes vasos utilizando el Doppler de onda pulsada a nivel del flujo de la válvula pulmonar, se midió la velocidad pico, así como el tiempo de aceleración pico del flujo pulmonar, entendido como el intervalo de tiempo entre el inicio del flujo y el pico del flujo.

En una proyección apical de las 4 cavidades, se midió la velocidad pico del flujo retrógrado de la insuficiencia tricuspídea utilizando el Doppler de onda continua, y el gradiente se estimó utilizando la ecuación de simplificada Bernoulli $4(V)^2$.

Todos los registros en modo M y Doppler se obtuvieron bajo registro electrocardiográfico con una velocidad de 50-100 ms.

Posteriormente, a los pacientes con infarto del ventrículo derecho se les efectuó un ventriculograma con radionúclidos con técnica de equilibrio, en un periodo de tiempo no mayor de 24 horas posterior al estudio ecocardiográfico, utilizando una cámara de centelleo marca Sophy camera DSX rectangular con un colimador de alta resolución y de baja energía acoplada a una computadora Sopa medical.

Se marcaron eritrocitos autólogos *in vivo* aplicando por vía intravenosa un radiofármaco compuesto de 50 mg de pirofosfatos en solución salina al 0.09% y 5 mg de cloruro estanoso y treinta minutos después se administró 25 mCi de pertecnatato de sodio (Tc 99m.), fijándose así al eritrocito y proporcionando una eficiencia de marcado de un 85 a 90%, manteniendo el torrente vascular en equilibrio. Posteriormente se tomaron proyecciones de 30 grados en oblicua derecha anterior con diez grados de inclinación

caudal con el área cardiaca centrada en el campo de detección. Se obtuvieron imágenes sincronizadas para un trazo electrocardiográfico simultáneo, donde la onda "R" es la señal de disparo cíclico (ciclo cardíaco), para sobreponer en forma repetida y sincronizada en las mismas posiciones y en las mismas fracciones de tiempo del ciclo cardíaco en una matriz correspondiente para cada fracción de tiempo, repitiéndose así por cientos de ciclos (aproximadamente 500) para obtener una cuantificación de aproximadamente 200,000 cuentas más o menos 10% por matriz.

El cálculo de la fracción de expulsión se determinó conociendo los valores de actividad ventricular del área trazada en la telediástole y en la telesístole ventricular, corregidos restandose el fondo radioactivo, considerando que los valores de actividad son proporcionales a los volúmenes ventriculares, la fracción de expulsión se calculará por medio de la fórmula:

$$F.E. = \frac{C.D. - C.S.}{C.D.}$$

Donde:

F.E. = Fracción de expulsión dada en porcentaje.

C.D. = Contaje en diástole.

C.S. = Contaje en sístole.

Para el análisis de los datos y su presentación se usaron medidas de tendencia central (Media \pm desviación estándar y coeficiente de variación). Para comparar las medias de pacientes con los controles fue utilizada la prueba de t de Student, para la cual se consideraron valores de $P < 0.05$ como significativos.

Para describir la relación entre las variables estudiadas se utilizó el análisis de correlación de Pearson.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0 para Windows.

RESULTADOS

En los pacientes con infarto de ventrículo derecho, la fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho, se encontró disminuida (31.4 ± 5.5 vs. 54.0 ± 2.8 mm, $P < 0.0001$) (Tabla 1, anexo 3), comparada con los controles sanos. La movilidad de la pared libre del ventrículo derecho, tanto en la proyección apical cuatro cámaras, como en dos cámaras fue significativamente menor ($P < 0.0001$) en los pacientes con infarto de ventrículo derecho. En la proyección de cuatro cámaras la movilidad de la pared libre, fue de 11.1 ± 2.9 vs. 23.6 ± 1.8 mm, con respecto a los controles sanos. En la proyección de dos cámaras, también fue significativamente menor la movilidad de la pared libre, en pacientes de ventrículo derecho ($P < 0.0001$), la cual fue de 10.8 ± 3.1 vs. 23.6 ± 1.5 , con respecto a los controles sanos.

Con respecto al gradiente retrogrado tricuspídeo, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), entre los pacientes con infarto de ventrículo derecho y los controles sanos (18.7 ± 5.3 vs. 20.6 ± 2.0), (Tabla 1, anexo 3).

El tiempo de aceleración del flujo pulmonar, tampoco tuvo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$), en los pacientes con infarto de ventrículo derecho, comparado con lo obtenido en los controles sanos (118.5 ± 6.2 vs. 120.3 ± 4.1).

Por otra parte, en los pacientes con infarto de ventrículo derecho, cuando se compararon los parámetros ecocardiográficos con la fracción de expulsión de ventrículo derecho obtenida por medicina nuclear se encontró, una correlación fuerte ($r = 0.80$), entre la fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho y la fracción de expulsión del ventrículo derecho (Gráfica 1, anexo 3).

La correlación entre la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho obtenida en proyección apical de dos cámaras derechas y la fracción de expulsión del ventrículo derecho obtenida mediante medicina nuclear, resultó fuerte ($r= 0.76$) (Gráfica 2, anexo 3).

Por su parte, la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho obtenida en proyección apical de cuatro cavidades, tuvo una correlación moderada ($r= 0.69$) (Gráfica 3, anexo 3).

En contraste, la comparación entre el gradiente retrogrado tricuspideo y la fracción de expulsión del ventrículo derecho demostró una ausencia de correlación ($r=-0.14$) (Gráfica 4, anexo 3).

Finalmente, entre el tiempo de aceleración del flujo pulmonar y la fracción de expulsión de ventrículo derecho se encontró una correlación débil ($r= 0.33$) (Gráfica 5, anexo 3).

DISCUSIÓN

La evaluación de la función global del ventrículo derecho es difícil, por su compleja anatomía, ya que consta de dos partes principales, el infundíbulo, formado por fibras musculares longitudinales y el tracto de entrada, formado por fibras musculares circulares; ambas partes se encuentran aproximadamente en ángulo recto, una con respecto a la otra, de manera que el ventrículo derecho consta de dos partes que se contraen en posición perpendicular^(25,30), es por eso que en el presente estudio, tratando de evaluar en forma más completa la función sistólica del ventrículo derecho se utilizaron dos proyecciones ecocardiográficas, en eje corto y en proyección apical de 4 cavidades y de 2 cavidades.

En nuestro estudio se demostró diferencia significativa al comparar los parámetros ecocardiográficos en modo M (fracción de acortamiento del tacto de salida y movilidad de la pared libre del ventrículo derecho a dos y cuatro cámaras), entre los pacientes que presentaban infarto de ventrículo derecho y las personas incluidas en el grupo control; por otra parte, no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) al comparar los parámetros ecocardiográficos utilizando Doppler pulsado y continuo (Gradiente retrogrado tricuspídeo y tiempo de aceleración del flujo de la arteria pulmonar) entre los pacientes con infarto del ventrículo derecho y el grupo control.

Asimismo, en el presente estudio la fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho medida en eje corto y la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho medida tanto en la proyección apical en dos cámaras como en la de cuatro cámaras demostraron ser unos parámetros útiles en la evaluación semicuantitativa de la función sistólica en el infarto del ventrículo derecho ya que se observó una reducción en

los valores de éstos parámetros encontrando una fuerte correlación entre la fracción de acortamiento del tracto de salida y la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en la proyección apical de las dos cámaras derechas con respecto a la fracción de expulsión del ventrículo derecho medida por estudio de medicina nuclear (tomado como estándar de oro), y una correlación moderada entre la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en su unión con el anillo tricuspídeo obtenida en proyección apical de las cuatro cavidades con respecto a la fracción de expulsión del ventrículo derecho.

Por lo cual, consideramos que estas técnicas de medición de la función ventricular derecha son de gran utilidad en la evaluación inicial de los pacientes con infarto posteroinferior en los cuales existe sospecha clínica y/o electrocardiográfica de extensión a ventrículo derecho ^(5, 15, 25).

No se observó correlación entre el gradiente retrogrado tricuspídeo y el tiempo de aceleración de flujo de la arteria pulmonar, con respecto a la fracción de expulsión del ventrículo derecho ^(Gráfica 4 y 5, anexo 3), consideramos que esto se debe a que en el infarto del ventrículo derecho no se modifican en forma significativa el gradiente retrógrado obtenido mediante la insuficiencia tricuspídea y el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar, como en otras patologías que afectan el ventrículo derecho donde las presiones de la arteria pulmonar se incrementan.

CONCLUSIONES

Hasta ahora la evaluación de la función ventricular derecha se ha considerado difícil debido a la complicada anatomía y estructura del ventrículo derecho.

En su evaluación se habían considerado primordialmente técnicas invasivas y costosas como el cateterismo cardiaco y la medicina nuclear

La fracción de acortamiento del tracto de salida medida por ecocardiografía en proyección paraesternal en eje corto y la movilidad de la pared libre del ventrículo derecho medida por medio del desplazamiento del anillo tricuspídeo en una proyección apical de cuatro cámaras, han demostrado su utilidad en estudios previos.

En nuestro estudio El gradiente retrógrado tricuspídeo y el tiempo de aceleración de la arteria pulmonar no se alteran de manera importante en el infarto del ventrículo derecho

Demostramos que la medición del desplazamiento de la pared libre del ventrículo derecho obtenida en una proyección apical de las 2 cámaras derechas, es un parámetro no invasivo confiable y de fácil realización para medir la función sistólica del ventrículo derecho en pacientes con sospecha de infarto miocárdico que involucra este sitio.

Por lo cual, concluimos que estas técnicas de medición de la función ventricular derecha deben ser establecidas en evaluación inicial de los pacientes con infarto posteroinferior en los cuales existe sospecha clínica y/o electrocardiográfica de extensión a ventrículo derecho.

Por otra parte la posibilidad de realizarlas en la cama del enfermo y su fácil realización nos lleva a proponerlas como prioritarias en el estudio de un paciente con infarto del miocardio posteroinferior con extensión al ventrículo derecho.

BIBLIOGRAFÍA

1. Juilliere Y, Barbier G, Feldmann L, Grentzinger A, Danchin N, Cherrier F. Additional predictive value of both left and right ventricular ejection fractions on long-term survival in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Eur Heart J* 1997; 18:276-280.
2. Ribeiro A, Lindmarker P, Juhlin-Dannfelt, Johnson H, Jorfeldt L. Echocardiography Doppler in pulmonary embolism: right ventricular dysfunction as a predictor of mortality rate. *Am Heart J* 1997; 134: 479-487.
3. Grose R, Strain J, Yipintosoi T. Right ventricular function in valvular heart disease: relation to pulmonary artery pressure. *J Am coll Cardiol* 1983; 2: 225-232.
4. Wranne B, Pinto FJ, Hammarstrom E, St Goar F, Puryear J, Popp R. Abnormal right heart filling after cardiac surgery: time course and mechanisms. *Br Heart J* 1991; 66: 435-442.
5. Goldstein JA. Pathophysiology and Management of Right Heart Ischemia. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 841-853.
6. Schulman D. Assessment of the right ventricle with radionuclide techniques. *J Nucl Cardiol* 1996; 3: 253-264.
7. Oldershaw P, Bishop A. The difficulties of assessing right ventricular function (editorial). *Br Heart J* 1995; 74: 99-100.
8. Suzuki J, Caputo GR, Masui T, Chang J-M, O'Sullivan M, Higgins C. Assessment of right ventricular diastolic and Systolic function in patients with dilated cardiomyopathy using cine magnetic resonance imaging. *Am Heart J* 1991; 122: 1035-1040.
9. Levine RA, Gibson TC, Aretz T et al. Echocardiographic measurement of right ventricular volume. *Circulation* 1984; 69: 497-505.
10. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah P. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984; 107: 526-531.
11. Chan KL, Currie P, Seward J, Hagler D, Mair D, Tajik J. Comparison between three Doppler ultrasound methods in the prediction of pulmonary artery pressures. *J Am Coll Cardiol* 1987; 9: 549-554..
12. Jiang L, Siu SC, Handschumacher MD et al. Three dimensional echocardiography. In vivo validation for right ventricular volume and function. *Circulation* 1994; 89: 2342-2350.

13. Shiota T, Jones M, Chikada M et al. Real-time three dimensional echocardiography for determining right ventricular stroke volume in an animal model of chronic right ventricular volume overload. *Circulation* 1998; 97:1897-1900.
14. Forni G, Pozzoli M, Cannizzaro G et al. Assessment of right ventricular function in patients with congestive heart failure by echocardiographic automated boundary detection. *Am J Coll Cardiol* 1996; 78: 1317-1321.
15. Dell'Italia LJ. The right ventricle: anatomy, physiology, and clinical importance. *Curr Probl Cardiol* 1991; 16: 653-720.
16. Eidem BW, Tei C, O'Leary PW, Cetta F, Seward J. Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normal children and patients with Ebstein anomaly. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 849-856.
17. Clyne CA, Alpert JS, Benotti JR. Interdependence of the left and right ventricles in health and disease. *Am Heart J* 1989; 117:1366-1373.
18. Hammarstrom E, Wranne B, Pinto FJ, Puryear J, Popp RL. Tricuspid annular motion. *J Am Soc Echocardiogr* 1991; 4: 131-139.
19. Fujimoto S, Parker KH, Gibson DG. Right ventricular filling in dilated cardiomyopathy. *Br Heart J* 1995; 74: 287-292.
20. Henein MY, O'Sullivan CA, Coats AJ, Gibson DG. Angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors revert abnormal right ventricular filling in patients with restrictive left ventricular disease. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 1187-1193.
21. Kukulski T, Hübner L, Arnold M, Wranne B, Hatle L, Sutherland G. Normal regional right ventricular function and its change with age: a Doppler myocardial imaging study. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13: 194-204.
22. Geva T, Powell A, Crawford E, Chung T, Colan S. Evaluation of regional differences in right ventricular systolic function by acoustic quantification echocardiography and cine magnetic resonance imaging. *Circulation* 1998; 98: 229-345.
23. Zwissler B, Forst H, Messmer K. Local and global function of the right ventricle in a canine model of pulmonary microembolism and oleic acid edema: influence of ventilation with PEEP. *Anesthesiology* 1990; 73: 964-975.
24. Zwissler B, Forst H, Messmer K. Acute pulmonary microembolism induces different regional changes in preload and contraction pattern in canine right ventricle. *Cardiovascular Research* 1990; 24: 285-295.

25. Lindqvist P, Henein M, Kazzam E. Right ventricular outflow-tract fractional shortening: an applicable measure of right ventricular systolic function. *Eur J Echocardiography* 2003; 4: 29-35.
26. Dell'Italia LJ. Right ventricular infarction: identification by hemodynamic measurements before and after volumen loading and correlation with noninvasive techniques. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 931-937.
27. Bellamy GR. Value of two dimensional echocardiography, electrocardiography and clinical signs in detecting right ventricular infarction. *Am Heart J* 1986; 112: 304-308.
28. Arditti A. Right ventricular dysfunction in acute inferoposterior myocardial infarction. *Chest* 1985; 87: 307-313.
29. Espinoza A, Yong R. Evaluación de la fracción de expulsión del ventrículo derecho por ecocardiografía. *Arch Inst Mex cardiol* 1991, 160:120.
30. Greenbaum RA., Sy HO, Gibson DG, Becker AE, Anderson RH. Left Ventricular Fibre Architecture in Man. *Br. Heart J* 1981; 45: 248-263.

ANEXO 1

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS ECOCARDIOGRAFICOS

Nombre del paciente: _____

Cédula: _____

Edad: _____

FRACCION DE ACORTAMIENTO DEL TSVD:

Diámetro telediastólico: _____ mm

Diámetro telesistólico: _____ mm

Fracción de acortamiento: _____ %

MOVILIDAD DE LA PARED LIBRE DEL VENTRICULO DERECHO:

En proyección apical 4 cámaras: _____ mm.

MOVILIDAD DE LA PARED LIBRE DEL VENTRICULO DERECHO

En proyección apical 2 cámaras derechas

Con visualización de VD: _____ mm

GRADIENTE RETROGRADO TRICUSPIDEO: _____ mmHg
(con Doppler de onda continua)

TIEMPO DE ACELERACION DE FLUJO PULMONAR: _____ msec.
(con Doppler de onda pulsada)

ANEXO 2

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACION EN PROYECTOS DE INVESTIGACION CLINICA

Lugar y fecha: México, DF _____ Por medio de la presente le invito a participar en el proyecto de investigación titulado. "Evaluación de la función sistólica del ventrículo derecho por ecocardiografía en el infarto del ventrículo derecho" registrado ante el comité local de investigación médica con el número: 030664. El objetivo de este estudio es: Establecer el grado de correlación entre la medición de la función sistólica por la movilidad de la pared libre y la fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho por ecocardiograma y la medición de la función sistólica por la fracción de expulsión del ventrículo derecho medida en un ventriculograma con radionúclidos. Se me ha explicado que mi participación consistirá en: Someterme a la realización de un Ecocardiograma transtorácico y a la realización de un ventriculograma con radionúclidos. Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio que son los siguientes: probabilidad de que se presenten reacciones alérgicas a las sustancias empleadas en el ventriculograma con radionúclidos y exposición a bajas dosis de radiación. Los beneficios esperados son el conocimiento más exacto y confiable sobre la funcionalidad del ventrículo derecho, región de mi corazón que actualmente se halla con alteraciones en su movilidad. El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevaron a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento. Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo por parte del instituto. El investigador principal me ha dado la seguridad de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante es estudio, aunque esta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Nombre y firma del paciente

Dr Alfonso Lara Olivarez, Mat 8889546.
Nombre y matrícula del investigador principal.

Testigo

Testigo

ANEXO 3 TABLAS Y GRAFICAS

Tabla 1. Parámetros ecocardiográficos de función sistólica de ventrículo derecho

Parámetro	Controles	Pacientes
FAC TSVD %	54.0 ± 2.8	31.4± 5.5*
MPLVD 2C mm	23.6 ± 1.5	10.8± 3.1*
MPLVD 4C mm	23.6± 1.8	11.1± 2.9*
GRT mmHg	20.6± 2.0	18.7± 5.3 ^{NS}
TAFP ms	120.3± 4.1	118.5± 6.2 ^{NS}

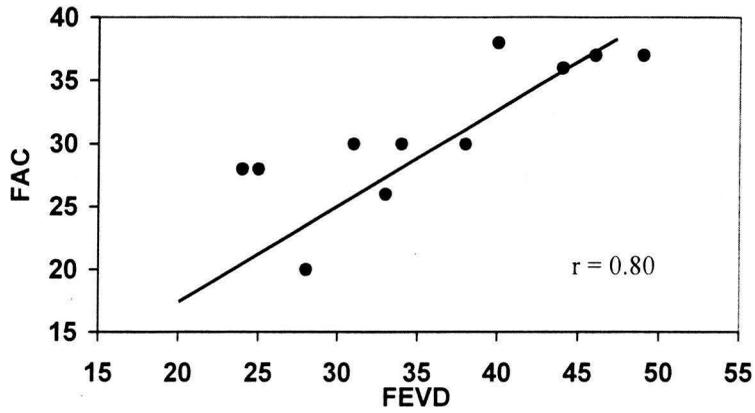
FAC= Fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho; MPLVD 2C= Movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en dos cámaras; MPLVD 4C= Movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en cuatro cámaras; GRT= Gradiente retrogrado tricuspídeo; TAFP= Tiempo de aceleración del flujo pulmonar.

P<0.0001=*; P>0.05= NS

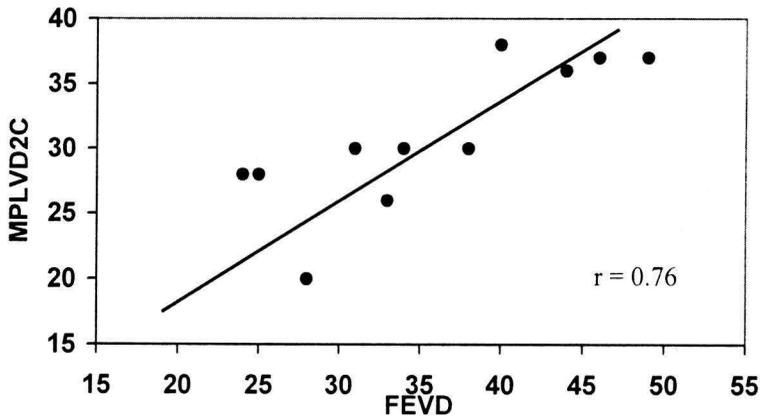
Tabla 2. Parámetro de medicina nuclear de función sistólica de ventrículo derecho

Parámetro	Controles	Pacientes
FEVD %	No se cuantificó	35.7 ± 8.0

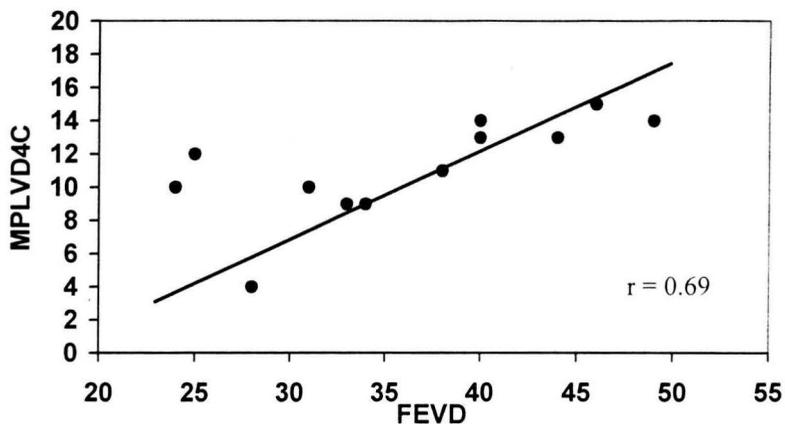
FEVD= Fracción de expulsión de ventrículo derecho.



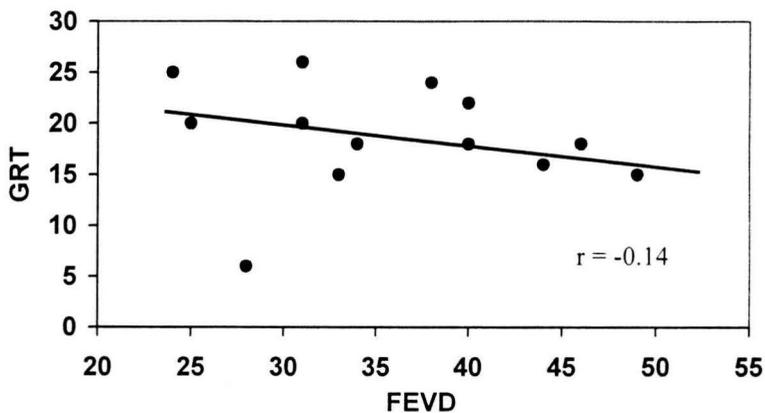
Grafica 1. Relación entre la FAC y la FEVD en pacientes con infarto de ventrículo derecho



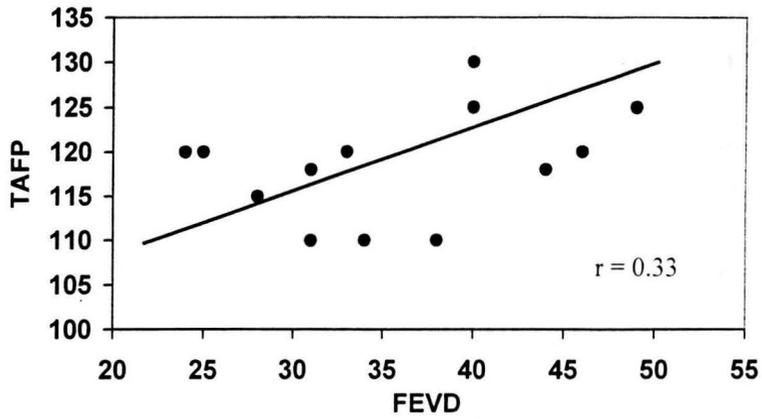
Grafica 2. Relación entre el MPLVD2C y la FEVD en pacientes con infarto de ventrículo derecho



Grafica 3. Relación entre el MPLVD4C y la FEVD en pacientes con infarto de ventrículo derecho



Grafica 4. Relación entre el GRT y la FEVD en pacientes con infarto de ventrículo derecho



Grafica 5. Relación entre el TAFP y la FEVD en pacientes con infarto de ventrículo derecho

ANEXO 4
PARAMETROS MEDIDOS EN PACIENTES CON INFARTO DE VENTRÍCULO DERECHO

Paciente	Sexo	Edad	FAC	MPLVD2C	MPLVD4C	GRT	TAFP	FEVD
1	M	60	30	8	10	20	118	31
2	M	40	30	6	10	26	110	32
3	M	41	20	7	4	6	115	28
4	M	46	28	10	12	20	120	25
5	F	75	28	10	10	25	120	24
6	M	49	30	12	11	24	110	38
7	M	52	26	9	9	15	120	33
8	M	73	38	14	14	18	130	40
9	M	65	37	14	14	15	125	49
10	M	60	36	13	13	16	118	44
11	F	58	30	8	9	18	110	34
12	F	81	37	15	15	18	120	46
13	M	82	38	14	13	22	125	40

FAC= Fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho; MPLVD 2C= Movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en dos cámaras; MPLVD 4C= Movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en cuatro cámaras; GRT= Gradiente retrogrado tricuspídeo; TAFP= Tiempo de aceleración del flujo pulmonar, FEVD= Fracción de expulsión de ventrículo derecho. M= Masculino, F= Femenino

ANEXO 5
PARAMETROS MEDIDOS EN PACIENTES DEL GRUPO CONTROL

Paciente	Sexo	Edad	%FAC	MPLVD2C	MPLVD4C	GRT	TAFP
1	M	30	55	22	20	20	125
2	M	28	53	22	24	18	120
3	M	35	50	25	23	25	128
4	M	37	52	23	22	24	120
5	M	44	56	24	26	22	126
6	M	36	57	23	25	17	117
7	M	32	56	21	21	18	117
8	M	28	49	25	26	20	121
9	M	61	57	23	24	21	117
10	M	53	56	25	25	22	114
11	F	45	51	27	26	20	120
12	F	42	57	24	22	18	125
13	F	40	59	23	25	20	117
14	F	33	54	24	23	21	116
15	F	45	53	23	23	23	122
16	F	61	55	21	22	22	124
17	F	30	51	25	26	20	125
18	F	28	50	24	24	21	116
19	F	57	56	23	22	20	118
20	F	48	55	24	23	20	117

FAC= Fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho; MPLVD 2C= Movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en dos cámaras; MPLVD 4C= Movilidad de la pared libre del ventrículo derecho en cuatro cámaras; GRT= Gradiente retrogrado tricuspídeo; TAFP= Tiempo de aceleración del flujo pulmonar. M= Masculino, F= Femenino.