

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
U. M. A. E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES C.M.N. SIGLO XXI**

**“CORRELACIÓN DE LA FRACCIÓN DE EXPULSIÓN MEDIDA POR
ECOCARDIOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL Y ANGIOGRAFÍA POR
RADIONÚCLIDOS”**

Evaluación de la movilidad de la pared ventricular izquierda por
Ecocardiografía Tridimensional

TESIS QUE PRESENTA
DRA. ELIZABETH RAMÍREZ COOREMANS
PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA INTERNA

ASESOR: DR. OSCAR ORIHUELA RODRÍGUEZ.
COASESOR: DRA. ROSA MARÍA VILLANUEVA PÉREZ

MÉXICO, D.F.

MAYO 2008



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.

DOCTORA

DIANA G. MENEZ DÍAZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

U. M. A. E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES C. M. N. SIGLO XXI

DOCTOR

HAIKO NELLEN HUMMEL

JEFE DEL SERVICIO DE MEDICINA INTERNA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA INTERNA

U. M. A. E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES C. M. N. SIGLO XXI

DOCTOR

OSCAR ORIHUELA RODRÍGUEZ

CARDIÓLOGO

MÉDICO ASCRITO AL SERVICIO DE CARDIOLOGÍA

U. M. A. E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES C. M. N. SIGLO XXI

***“Un hombre puede cambiarse a sí mismo...
y dominar su propio destino, ésa es la conclusión
de toda mente que está completamente abierta
al poder del pensamiento correcto.”***

Christian D. Larson

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por estar conmigo, y acompañarme en cada paso de mi vida, y hacerse siempre presente.
- A mis maestros, de quienes he aprendido el querer siempre saber más, el cuestionar el porqué de las cosas y de la evolución de cada padecimiento.
- A mis padres, José y Blanca, por ser siempre ejemplo para mí, y apoyarme incondicionalmente.
- A mis hermanas, Blanca Evelia y Bertha Alicia, por todo lo que de ellas he aprendido.
- A mi asesor, Dr. Oscar Orihuela Rodríguez, por tenerme paciencia y por apoyarme en este proyecto.
- A la Dra. Araceli Ibarra, médico de la Unidad de Transplante, por colaborar en la captación de pacientes para este proyecto.
- A la Dra. Rosa María Villanueva Pérez, por su gran disposición para la elaboración de este proyecto, y su amabilidad.

ÍNDICE

Resumen	1
Datos de tesis	2
Introducción	3
Planteamiento del problema	12
Objetivos, Hipótesis	13
Justificación	14
Material y métodos	15
Resultados	18
Discusión	32
Conclusiones	34
Anexos	35
Bibliografía	37

RESUMEN

Introducción: La ecocardiografía tridimensional está ocupando un lugar cada vez más destacado dentro del arsenal diagnóstico cardiovascular. Este estudio proporciona en forma sencilla un nuevo punto de vista, tanto dinámico como funcional, de la anatomía cardíaca y del árbol vascular. Según estudios previos, existe una correlación mayor de 0.90 entre la medición de la fracción de expulsión ventricular por angiografía por radionúclidos y por ecocardiograma tridimensional.

Objetivos: Conocer la correlación existente entre la medición de la fracción de expulsión obtenida por ecocardiografía tridimensional y angiografía por radionúclidos, en el Hospital de Especialidades CMN SXXI. Determinar los tiempos de contracción de los distintos segmentos cardíacos tomográficos.

Métodos y resultados: La muestra de pacientes fue obtenida de los pacientes enviados a valoración por los diversos servicios del Hospital de Especialidades de CMN SXXI al servicio de Cardiología, del mismo hospital, cardiológicamente sanos: 10 pacientes completamente sanos y 10 pacientes con insuficiencia renal crónica, de los cuales 8 padecían hipertensión arterial. Se realizó ecocardiograma transtorácico en tiempo real utilizando equipo Philips IE33 Tridimensional, calculando la fracción de expulsión utilizando el método de Simpson. Se midió en base a la segmentación miocárdica estandarizada la velocidad de contracción de cada uno de los segmentos. Se realizó medición de fracción de expulsión ventricular izquierda por angiografía por radionúclidos con marcaje de eritrocitos, in vivo, con 15 mCi de Tc⁹⁹. La fracción de expulsión obtenida por ecocardiograma tridimensional en pacientes sanos fue de 61.09 ± 11.99 , y en pacientes con insuficiencia renal de 56.62 ± 14.50 . La fracción de expulsión medida por angiografía por radionúclidos en pacientes sanos fue de 60.40 ± 9.13 , y en pacientes con insuficiencia renal crónica de 63.2 ± 10.03 . No encontramos una correlación significativa entre ambos estudios ($r = .405$ en pacientes sanos, $r = .092$ en pacientes con insuficiencia renal crónica, $p = N. S.$). Existe diferencia significativa en la velocidad de contracción de los segmentos inferiores y apicales en los pacientes con insuficiencia renal crónica, en relación a los pacientes sanos, en esta muestra de pacientes.

Conclusiones: Se obtuvo una media de 61.80 ± 9.44 para la fracción de expulsión obtenida por angiografía por radionúclidos y una media de 58.85 ± 13.15 , para la fracción de expulsión obtenida por ecocardiograma tridimensional, con diferencia de medias no significativa. Se requiere otro estudio para confirmar las alteraciones en la contracción de segmentos inferiores y apicales en los pacientes con insuficiencia renal crónica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál será la correlación entre la fracción de expulsión obtenida por ecocardiografía tridimensional y angiografía por radionúclidos?

¿Cuál es la velocidad de contracción de los distintos segmentos obtenidos por ecocardiografía tridimensional?

INTRODUCCIÓN

Una adecuada determinación del volumen del ventrículo izquierdo, la fracción de expulsión y de las anomalías de la movilidad de la pared es importante para la toma de decisiones clínicas y evaluaciones de seguimiento. La función ventricular izquierda es un factor pronóstico importante, que tiene implicaciones terapéuticas, por lo cual es necesario un método rápido, exacto, reproducible y no invasivo para su cálculo. (1,2).

La ecocardiografía es el método más utilizado para esta medición en la cardiología. La ecocardiografía modo M y el estudio unidimensional por ultrasonido de las estructuras cardiacas fue desarrollado en 1970, y puesta en práctica para la medición de la fracción ventricular izquierda por ser de fácil uso y no invasivo. La fracción de expulsión era estimada como un porcentaje derivado de los diámetros ventriculares medios al final de la sístole y al final de la diástole y expresada como fracción de acortamiento. Sin embargo, las mediciones no eran confiables en los pacientes con infarto de miocardio y con ventrículos asimétricos (2).

La ecocardiografía bidimensional, mediante la cual pueden obtenerse planos tomográficos, mejoró la exactitud de la medición del volumen ventricular. De los diferentes métodos matemáticos, el método de Simpson arrojó datos más exactos tanto en ventrículos simétricos y asimétricos. Se desarrolló software para la detección automática de los bordes endocárdicos, cálculo del volumen ventricular izquierdo y fracción de expulsión, por lo que la ecocardiografía bidimensional se ha convertido en un examen de rutina para la evaluación del volumen ventricular izquierdo y de su función.

(2).

Existen recomendaciones específicas para la realización de ecocardiografía bidimensional, según la Sociedad Americana de Cardiología, realizándose una actualización de las mismas en el año 2003. (3). En dicho documento toman como definición de ecocardiografía el análisis mediante Doppler, modo M, y ecocardiografía bidimensional, así como ecocardiografía transtorácica, considerando las técnicas de ecocardiografía tridimensional en desarrollo, por lo que no fueron incluidas. Entre dichas recomendaciones, existe un apartado para valorar la función ventricular izquierda, indicando su realización, como recomendación clase I (existe evidencia o acuerdo general de que un procedimiento determinado es útil y efectivo), en los pacientes con disnea con signos de enfermedad cardiaca; clase IIb (utilidad y eficacia menos demostrada por evidencia u opinión), la reevaluación de pacientes con cardiomiopatía establecida cuando no hay cambios clínicos, pero en los cuales el resultado puede

cambiar el tratamiento; y clase III (evidencia de que el procedimiento o tratamiento no es útil o efectivo, y en algunos casos puede ser dañino), en los pacientes con reevaluaciones de rutina, clínicamente estables, en quienes no se ha considerado cambio en el tratamiento y en quienes los resultados no cambiarían el tratamiento. (3).

Aunque la ecocardiografía bidimensional se utiliza en forma rutinaria en la práctica clínica para obtener información en las dimensiones del ventrículo izquierdo y su función, esta técnica es limitada hace cálculos asumiendo la geometría de la cavidad para obtener datos cuantitativos de la función ventricular. (4).

En la década pasada, la ecocardiografía tridimensional ha surgido como un método más exacto y reproducible para la obtención de la función ventricular, sin asumir datos geométricos de la cavidad.

Las ventajas de la ecocardiografía tridimensional con relación a los estudios bidimensionales pueden enumerarse de la siguiente manera:

1. Tiene la capacidad de visualizar las imágenes ecocardiográficas desde un punto de vista más comprensible y anatómico.
2. Permite obtener una base de datos estandarizada y completa del paciente. En los estudios bidimensionales las imágenes son selecciones arbitrarias del operador. En la base de datos tridimensional cualquier observador independiente puede obtener nuevos planos de corte, lo cual hace más objetivo su análisis.
3. Tiene la capacidad de obtener imágenes de patologías complejas en vistas volumétricas y anatómicas, así como imágenes seccionales independientemente de la posición del transductor a la hora de adquirir las imágenes.
4. Comparada con otras técnicas de imagen utilizadas en el diagnóstico cardiovascular y que proporcionen una información de similares características, la ecocardiografía tridimensional tiene la ventaja de poder ser realizada a la cabecera del paciente evitando traslados.
5. Posibilita calcular volúmenes y masas sin la necesidad de asumir geometrías, obteniendo una excelente correlación con angiografía y con resonancia magnética. (5).

Desde un punto de vista técnico, la tridimensionalidad se obtiene mediante la adición y orientación espacial de cortes tomográficos (bidimensionales) obtenidos a través del movimiento controlado de los transductores convencionales o, en tiempo real, a través de otros transductores especialmente

diseñados. Para la reconstrucción tridimensional de una estructura partiendo de imágenes planares es necesario contar con un programa informático adecuado que controle el movimiento de un transductor (transtorácico o transesofágico) y capture las imágenes bidimensionales en sincronía con el ciclo cardiaco y los movimientos respiratorios. Estas imágenes, distribuidas espacialmente y conjuntadas entre sí mediante programas de cómputo serán las que proporcionen una visión en tres dimensiones de la región anatómica seleccionada. (5).

Métodos de adquisición de las imágenes (Figura 1).

Se han propuesto tres métodos para la adquisición de imágenes temporales y datos posicionales: método libre, sistemas rotacionales y estudio en tiempo real. Los métodos de reconstrucción que utilizan localizadores posicionales y sistemas rotacionales requieren intervención adicional (mantener la respiración), y el procesamiento de los datos posterior al estudio. Esto ha limitado su uso en la práctica clínica. La ecocardiografía en tiempo real tiene un gran potencial, debido a la evaluación inmediata de la función ventricular izquierda, incluyendo ecocardiograma de estrés y durante procedimientos intervencionistas. De cualquier modo, todos los métodos necesitan un ritmo cardiaco estable y una función cardiaca constante durante la adquisición de las imágenes (2).

Método libre.

Diferentes equipos se han desarrollado para la localización del transductor de ultrasonido e imágenes planares a través de los ventrículos. Estos equipos permiten el libre movimiento del transductor de una ventana acústica a diferentes ventanas acústicas. Una línea interseccional o un plano de imagen (generalmente un plano longitudinal del ventrículo izquierdo), se usa para guiar la posición y la orientación de otros planos de imagen. El borde endocárdico del ventrículo izquierdo en cada plano es trazado manualmente. Todas las líneas trazadas se conectan de acuerdo a su orden espacial para formar una imagen tridimensional. El volumen del ventrículo izquierdo es calculado mediante una sumatoria de todos los diámetros. Se han obtenido datos exactos por este método en ventrículos simétricos y aneurismáticos (2).

Sistemas secuenciales

A. Adquisición lineal

Se puede formar una imagen paralela mediante un movimiento lineal del transductor controlado por computadora, lo cual puede ser realizado vía transtorácica o transesofágica.

B. Detección en abanico.

Una base piramidal puede ser obtenida moviendo el transductor como un abanico en ángulos preestablecidos. Esto se realiza mediante motores controlados por computadora, adaptados al transductor transtorácico o transesofágico.

C. Detección rotacional.

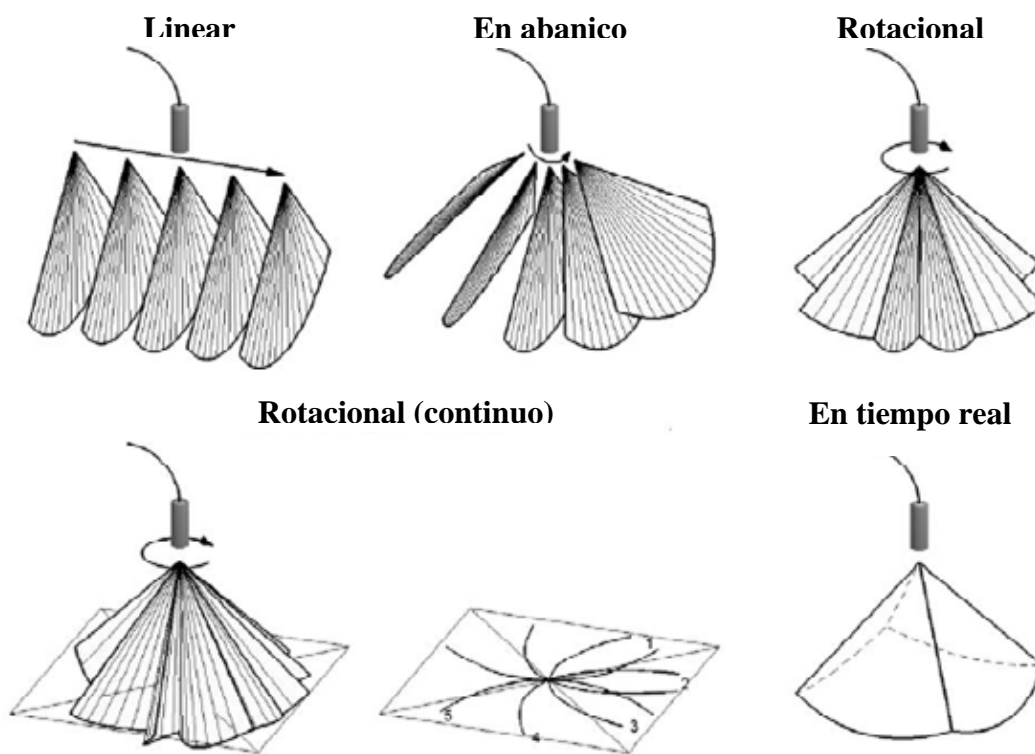
En este método, el transductor es rotado alrededor de su eje central, resultando en una base de datos cónica, obtenida de imágenes secuenciales. Los bordes endocárdicos, obtenidos en una serie de imágenes con un transductor precordial multiplanar, pueden ser trazados y utilizados para calcular el volumen. En una reconstrucción tridimensional, una serie de imágenes, con intervalos rotacionales de 2 a 16°, da lugar a una base de datos tridimensional basada en voxeles. Métodos paraplanares proveen de planos equidistantes paralelos en eje corto (discos), permitiendo una revisión transversal de la base de datos tridimensional. Se ha demostrado que segmentos de un grosor mayor de 10 mm. permiten la determinación adecuada del volumen. Al trazar el borde endocárdico en cada imagen del eje corto, el volumen de cada segmento es calculado por la computadora. La suma de los volúmenes de todos los segmentos da el total del volumen de la cavidad ventrículo izquierdo al final de la sístole o de la diástole. La sustracción del volumen sistólico final del volumen diastólico final resulta en el volumen latido. El porcentaje del volumen latido sobre el volumen diastólico final representa la fracción de expulsión ventricular.

D. Detección rotacional continua.

En este método, la rotación se realiza en forma continua. Con el tiempo de adquisición, de cada 10 segundos, permite adquirir todos los datos en una sola respiración. Las imágenes originales son transferidas a una estación de trabajo para la reconstrucción de los datos y el análisis semiautomatizado de los bordes del endocardio.

E. Imagen en tiempo real.

Este sistema hace uso de un transductor con 512 elementos dispersos en una matriz, para poder realizar estudio de 60° por 60° , piramidal, utilizando tecnología que permite la recepción de 16 líneas, cada una transmitiendo señales a una velocidad de 17 volúmenes/segundo con una profundidad de 16 cm. La forma en que se reproduce la imagen es en dos imágenes en modo bidimensional independientes o en planos paralelos al transductor con múltiples orientaciones (modo 3C). Los volúmenes del ventrículo izquierdo son calculados con software, de una serie de planos en eje corto, o una serie de planos en eje longitudinal. (2)



1. Figura 1. Métodos de adquisición de imágenes en ecocardiografía tridimensional. Modificado de Cardiovascular Ultrasound 2003. 1:12.

Estudios comparativos para la determinación de parámetros ventriculares izquierdos y alteraciones de movilidad de la pared.

Resultado del enorme interés que ha despertado esta nueva técnica, durante los últimos años han aparecido en la literatura internacional numerosas experiencias clínicas relacionadas con la ecocardiografía tridimensional. De las primeras registradas en la literatura es la validación in vivo para el volumen ventricular y la función, en el año de 1993, realizada por Siu y colaboradores. Se desarrolló con un modelo canino, realizándose medición directa del volumen ventricular izquierdo con un balón intracavitario conectado a una columna izquierda. Para demostrar la factibilidad del estudio, 19 personas adultas fueron sometidos a medición de dichos parámetros con Doppler, además de medición mediante ecocardiografía tridimensional. Se estudiaron 10 perros, y se alteraron sus condiciones mediante oclusión coronaria o sobrecarga ventricular derecha. Se realizó cálculo de el volumen ventricular izquierdo, volumen latido, y fracción de expulsión, lo cual correlacionó en forma adecuada con los valores medidos directamente ($r = .98, .96, .96$ para el volumen, volumen latido y fracción de expulsión respectivamente), con una concordancia adecuada. En las personas hubo una adecuada correlación ($r = .94$) y concordancia entre el estudio mediante ecocardiografía tridimensional y los volúmenes latido registrados por Doppler. (6)

Estudios comparativos con angiografía por radionúclidos.

Gopal y colaboradores realizaron una comparación de ecocardiografía tridimensional, con la ecocardiografía bidimensional y la angiografía por radionúclidos en la evaluación de la función cardíaca. (7). Se tomó en cuenta a la angiografía por radionúclidos como estándar de oro. Estudiaron a 51 pacientes con sospecha de enfermedad cardíaca. En este estudio se obtuvo una excelente correlación entre la angiografía por radionúclidos ($r = .94$ a $.97$, con un error estándar estimado $SEE = 4.29 \text{ cm}^3$; límites de concordancia de 10.3 a 13.3%). El error estándar estimado y los límites de concordancia fueron de dos a tres veces menores que los valores correspondientes obtenidos por ecocardiografía bidimensional. Además, la variabilidad interobservador fue significativamente menor para el estudio mediante ecocardiografía tridimensional (10.2%), que para el método biplanar de sumatoria de discos (26.1%) y para la estimación subjetiva visual (33.3%). (7).

Nosir y colaboradores, en 1996, estudiaron a 25 pacientes, a quienes se les realizó ambos estudios. Dichos pacientes debían tener una ventana adecuada para ser incluidos en el estudio. Se incluyeron 15 hombres y 10 mujeres, con rango de edad de 25 a 82 años, con una media de 53 ± 16 años. Once de ellos con cardiopatía isquémica, 5 con cardiomiopatía dilatada, 8 para evaluación durante quimioterapia y 1 voluntario. Se realizó medición de la función ventricular mediante método de Simpson. Se demostró una buena correlación con la angiografía por radionúclidos para el cálculo de la fracción de expulsión ($r = .99$) y un límite de concordancia corto ($-0.385, 0.315$). La variabilidad intraobservador para la angiografía por radionúclidos y la ecocardiografía tridimensional fue de 4.2% y 2.6% respectivamente, mientras que la variabilidad interobservador fue de 6.2% a 5.3% respectivamente. (1).

Acar y colaboradores, en 1998, evaluaron la fracción de expulsión en niños, utilizando ecocardiografía tridimensional, con un transductor modificado. Se estudiaron 21 pacientes, con rangos de edad de 6 meses a 17 años, 14 de ellos con cardiomiopatía dilatada y 7 con ventrículo único. Se realizaron los cálculos mediante método de Simpson. Estos autores encontraron una correlación con la angiografía por radionúclidos, adecuada ($r = 0.90$, diferencia media entre los dos métodos de $3.8 \pm 6\%$); además de una variabilidad intraobservador e interobservador de 2-4% y de 4-5%, respectivamente. (8)

La elección del médico de un método no invasivo para detectar y cuantificar la disfunción sistólica en un paciente con falla cardíaca depende de múltiples variables, como costo, acceso a atención médica, necesidad precisa de mediciones cuantitativas, así como experiencia local. La ventaja de la angiografía por radionúclidos es que, al igual que la ecocardiografía tridimensional, no asume la geometría del ventrículo izquierdo. En las recomendaciones de la Sociedad Americana de Cardiología para imagenología por radionúclidos, se encuentra como recomendación clase I, con nivel de evidencia A (datos obtenidos de múltiples estudios aleatorizados), su utilización para la evaluación inicial de la función ventricular izquierda y derecha en reposo, en quienes se haya identificado una fracción de expulsión menor o igual al 40%. (9).

La Sociedad Americana de Cardiología aún no cuenta con guías específicas respecto al uso de la ecocardiografía tridimensional.

Estudios comparativos con resonancia magnética cardiovascular

La resonancia magnética es un método de imagen no invasivo aplicado al análisis de la anatomía y función cardiovascular. Permite imágenes con excelente resolución temporal, espacial y contraste de

tejidos al aplicar secuencias rápidas que permitan caracterizar la morfología, disposición, dimensiones y función de las cavidades cardiacas. Mediante este método se puede obtener función ventricular de manera cualitativa y cuantitativa, además de evaluar la viabilidad miocárdica, caracterización coronaria, cardiopatías congénitas, enfermedad valvular y pericárdica, neoplasias, y patología vascular. (10)

Se han realizado numerosos estudios comparando la resonancia magnética cardiovascular con la ecocardiografía tridimensional, recientemente.

Kühl y colaboradores, en el año 2004, realizaron un estudio en 24 pacientes, con y sin patología cardíaca, determinando el volumen sistólico final, el volumen diastólico final y la fracción de expulsión mediante ecocardiografía tridimensional en tiempo real y resonancia magnética cardiovascular. Se obtuvieron coeficientes de correlación excelentes ($r = 0.98$ a 0.99) y baja variabilidad (volumen diastólico final -1.3 ± 1.8 ml.; volumen sistólico final -0.2 ± 5.4 ml.; fracción de expulsión $-0.1 \pm 2.7\%$). (11)

En ese mismo año, Jenkins y colaboradores realizaron un estudio para validar la exactitud y la reproducibilidad de la ecocardiografía tridimensional en tiempo real, comparada con ecocardiografía bidimensional en modo M y con resonancia magnética cardiovascular. Tomaron una muestra de 50 pacientes, con una media de edad de 64 ± 8 años. En dicho estudio se concluyó que la ecocardiografía tridimensional en tiempo real es un método que reduce la variabilidad de los valores del volumen ventricular izquierdo, la fracción de expulsión de un examen a otro. (12)

Otro estudio del mismo autor, realizado dos años más tarde (2006), muestra una correlación adecuada entre ambos métodos para la medición de parámetros ventriculares izquierdos. La correlación entre ecocardiografía tridimensional con posterior procesamiento de las imágenes obtenidas con resonancia magnética cardiovascular para la fracción de expulsión ($r = 0.81$), fue mejor que la correlación de ecocardiografía bidimensional con la resonancia magnética ($r = 0.61$). (13)

Sugeng y colaboradores compararon ecocardiografía tridimensional y tomografía computarizada, con resonancia magnética para el cálculo de fracción de expulsión, mostrando que las mediciones obtenidas mediante ecocardiografía tridimensional en tiempo real se comparó en forma más favorable con la resonancia magnética, sin embargo tuvo una mayor variabilidad que la tomografía computarizada a nivel cardíaco. (14).

Estudios realizados para evaluación de la movilidad de la pared por ecocardiografía tridimensional

Se han realizado pocos estudios sobre la aplicación de la ecocardiografía bidimensional para la detección de alteraciones de la movilidad del ventrículo izquierdo. Uno de ellos fue realizado en el año 2005, por Corsi y colaboradores, quienes compararon los parámetros obtenidos por ecocardiografía tridimensional con los obtenidos por resonancia magnética, obteniendo una correlación de $r = 0.95$ en los segmentos basales, $r = 0.97$ en los segmentos medios, y $r = 0.81$ en el ápex. No pudieron validarse las curvas regionales de volumen-tiempo directamente, ya que las curvas no son calculadas por el equipo de resonancia magnética, sin embargo se obtuvieron fácilmente volúmenes parciales mediante el software de resonancia magnética. (15).

En el 2005, Matsamura y colaboradores realizaron un estudio de estrés con dobutamina, utilizando ecocardiografía en tiempo real, para evaluación de cardiopatía isquémica, comparando con SPECT, demostrando que la ecocardiografía tridimensional con dobutamina es un método sencillo y rápido para la evaluación de la movilidad de la pared ventricular izquierda, ya que las alteraciones encontradas coincidieron con las encontradas con SPECT en ejercicio, con modo en cine tridimensional. (16)

Situación actual

Como se desprende de la extensa literatura publicada en relación con la ecocardiografía tridimensional, se trata de un método que despierta un gran interés y que ha superado ampliamente el terreno experimental. Ha demostrado en poco tiempo que se trata de un complemento diagnóstico de gran valor; sin embargo, hasta el momento no existen indicaciones establecidas para el uso de la ecocardiografía tridimensional. En las últimas guías que se han publicado con respecto a las indicaciones de ecocardiograma transtorácico y transesofágico, no se hace siquiera mención de la misma, (19) y ningún comité de expertos se ha reunido para evaluar las capacidades de este estudio diagnóstico y determinar sus indicaciones.

OBJETIVOS

- Conocer la correlación existente entre la medición de la fracción de expulsión obtenida por ecocardiografía tridimensional y angiografía por radionúclidos.
- Determinar los tiempos de contracción de los distintos segmentos cardiacos tomográficos.

HIPÓTESIS

- Existirá una correlación de 85% o más entre los resultados de las mediciones obtenidas por ecocardiografía tridimensional y angiografía por radionúclidos.

JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la función ventricular izquierda es un componente indispensable en la práctica cardiológica. Por décadas, la ecocardiografía bidimensional ha sido la modalidad de imagen no invasiva más útil para evaluar la función ventricular izquierda. De cualquier modo, la poca reproductibilidad e inexactitud de esta metodología, se han atribuido a las imágenes obtenidas mediante este estudio, y a la falla en la estructuración geométrica. Con el fin de eliminar estas limitaciones, se han utilizado técnicas alternativas basadas en la reconstrucción tridimensional de múltiples planos. Esta metodología, promete una evaluación de la función ventricular izquierda en forma más exacta.

La ecocardiografía tridimensional en tiempo real permite la adquisición de imágenes piramidales del ventrículo izquierdo. Diversos estudios han demostrado la exactitud de esta tecnología para medir los volúmenes de ventrículo izquierdo, comparándola con otras técnicas existentes. Se ha desarrollado, además, software especializado para el mejor análisis de dichas imágenes.

En nuestro país, esta técnica se encuentra en desarrollo. No existen estudios que comparen ecocardiografía tridimensional con otros estudios para la evaluación de la función ventricular izquierda.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio: Transversal.
2. Universo de trabajo: Pacientes que acudieron a valoración al servicio de Cardiología del Hospital de Especialidades, CMN SXXI, sin patología cardiovascular.
3. Descripción de las variables:
 - a. Variables independientes:
 - i. Fracción de expulsión obtenida por método de ecocardiografía tridimensional
 - ii. Fracción de expulsión obtenida por método de angiografía por radionúclidos.
 - b. Variable dependiente:
 - i. Grado de correlación:
4. Definición de las variables:
 - i. Fracción de expulsión obtenida por método de ecocardiografía tridimensional: Obtención del volumen latido sobre el volumen diastólico final, mediante la utilización de ecocardiógrafo con transductor con 512 elementos dispersos en una matriz, utilizando tecnología que permite la recepción de 16 líneas, reproduciendo la imagen en planos paralelos al transductor con múltiples orientaciones (modo 3D), obteniendo una serie de planos en eje longitudinal, con los cuales se realizan los cálculos de volúmenes del ventrículo izquierdo. Es una variable cualitativa, ordinal, la cual se expresó en porcentaje.
 - ii. Fracción de expulsión obtenida por método de angiografía por radionúclidos: Obtención del volumen latido sobre el volumen diastólico final, mediante la utilización de eritrocitos marcados con Tc^{99} , obteniendo imágenes posteriormente con una cámara de centelleo, en un lapso de 6 minutos, las cuales se analizaron con un software estándar. Es una variable cualitativa, ordinal, la cual se expresó en porcentaje.
 - iii. Grado de correlación: intensidad de la relación lineal entre dos variables. (17). Se considera significativa cuando ésta es mayor a 0.75. Es una variable, cualitativa, ordinal, la cual se expresó en decimales.

5. Selección de la muestra:

- a. Tamaño de la muestra. Se calculó el tamaño de la muestra por medio del paquete estadístico Power and Precision versión 2 para Windows, obteniéndose 20 pacientes, para lograr una correlación mínima de 0.80
- b. Criterios de inclusión:
 - i. Paciente cardiológicamente sano
 - ii. Edad mayor de 18 años, menor de 60 años.
 - iii. Adecuada ventana ecocardiográfica.
 - iv. Sin consumo crónico o reciente de medicamentos cardiológicos que puedan modificar la función y frecuencia cardíacas.
 - v. Paciente que, independientemente de otras patologías que no modifiquen la fracción de expulsión ventricular, desee entrar al estudio.
- c. Criterios de exclusión:
 - i. Paciente con enfermedad sistémica o cardíaca que modifique la fracción de expulsión ventricular.
 - ii. Consumo de medicamentos que modifiquen la función cardíaca.
 - iii. Edad menor de 18 años, mayor de 60 años.

6. Procedimientos:

La muestra de pacientes fue obtenida de los pacientes enviados a valoración por los diversos servicios del Hospital de Especialidades de CMN SXXI al servicio de Cardiología, del Hospital de Especialidades CMN SXXI, cardiológicamente sanos. Tanto el Médico Adscrito del Servicio de Cardiología, como el residente de Medicina Interna, invitaron a los pacientes a participar en el estudio. Mediante interrogatorio y exploración física, el médico residente de medicina interna se cercioró de que el paciente cumpliera los criterios de inclusión. Se realizó ecocardiograma transtorácico en tiempo real con el paciente en decúbito lateral izquierdo, utilizando equipo Philips IE33 Tridimensional. Se calculó la fracción de expulsión utilizando el método de Simpson. Se midió en base a la segmentación miocárdica estandarizada (18), la velocidad de contracción de cada uno de los segmentos. Posteriormente se solicitó estudio de angiografía por radionúclidos al servicio de Medicina Nuclear, donde se utilizó una cámara de centelleo Sophia DSX. Se realizó marcaje de eritrocitos, in vivo, con 15 mCi de Tc⁹⁹. La adquisición de las

imágenes se hizo en un lapso de 6 minutos. Los datos fueron analizados con software estándar.

Se recabaron los resultados para posterior análisis.

7. Análisis estadístico.

Se realizó estadística descriptiva para las variables demográficas, calculando medias y desviaciones estándar, así como diferencias de medias mediante T de Student para muestras independientes. La prueba de hipótesis se calculó con coeficiente de correlación no paramétrica tipo tau de Kendall por medio del paquete estadístico SPSS v. 15.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Dado que el estudio de ecocardiograma tridimensional es un estudio no invasivo, no hubo riesgo alguno para los pacientes sometidos a dicho estudio. En la angiografía por radionúclidos, la cantidad de radiación utilizada fue mínima. Se realizó carta de consentimiento informado para la inclusión de los pacientes al estudio.

RESULTADOS

Se reclutó un total de 26 pacientes, de los cuales fueron 6 excluidos, siendo todos pacientes con insuficiencia renal crónica, debido a que no acudieron a la realización del estudio de angiografía por radionúclidos.

De los 20 pacientes restantes, 8 fueron mujeres, 12 de ellos hombres, con una media de edad de 40.85 años \pm 11.2, con un mínimo de 22, y un máximo de 60 años de edad. Diez de ellos son pacientes con insuficiencia renal crónica y los 10 restantes pacientes sanos. De los 10 pacientes con insuficiencia renal crónica, algunos padecen hipertensión: 1 de ellos es una mujer con hipertensión, una mujer sin hipertensión, 1 hombre sin hipertensión, 7 hombres con hipertensión. La mujer hipertensa se encontraba en tratamiento con amlodipino y 4 hombres hipertensos con calcioantagonista (amlodipino o nifedipino). Entre los demás tratamientos se encontró inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina y antagonista de receptor de angiotensina II. Sólo dos de ellos tomaban alfabloqueador (prazosín). Ninguno de los pacientes era diabético.

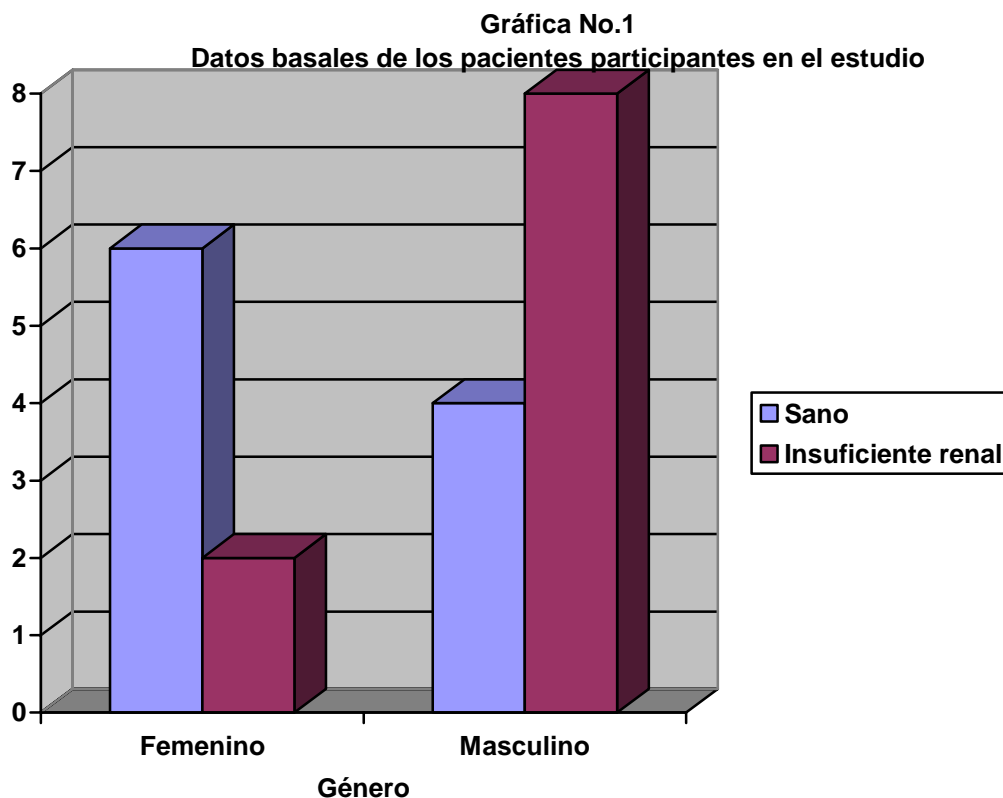


TABLA NO. 1

Datos basales de los pacientes a quienes se realizó cálculo de Fracción Ventricular de Ventrículo Izquierdo (FEVI) por Ecocardiograma Tridimensional (ECO3D) y por angiografía por radionúclidos (MN).

Paciente	Edad	Género	Edo. salud	Hipertensión	FEVI MN (%)	FEVI ECO (%)
1	41	F	IRC	Sí	69.00	53.50
2	41	M	Sano	No	48.00	37.00
3	60	M	IRC	Sí	69.00	59.00
4	57	F	Sano	No	64.00	67.00
5	47	M	Sano	No	58.00	55.80
6	42	F	Sano	No	56.00	64.00
7	34	M	IRC	Sí	71.00	64.30
8	38	M	Sano	No	61.00	54.90
9	35	M	IRC	No	64.00	63.00
10	34	M	IRC	Sí	73.00	53.70
11	22	M	IRC	Sí	55.00	31.80
12	39	M	IRC	Sí	51.00	50.90
13	24	M	IRC	Sí	68.00	37.70
14	29	F	Sano	No	75.00	63.30
15	43	F	IRC	No	43.00	76.50
16	59	M	Sano	No	51.00	52.40
17	53	F	Sano	No	75.00	74.20
18	35	M	IRC	Sí	69.00	75.80
19	54	F	Sano	No	62.00	62.50
20	30	F	Sano	No	54.00	79.80

IRC = Insuficiencia renal crónica, FEVI= Fracción de expulsión ventricular izquierda, ECO = Ecocardiograma tridimensional, MN = [Medicina nuclear (angiografía por radionúclidos)].

Tabla No. 2

Valor de media y desviación estándar de edad, fracción de expulsión ventricular izquierda por ecocardiograma tridimensional y angiografía por radionúclidos.

Parámetro	Media, desviación estándar	T student (p)
Edad en pacientes sanos	45 ± 10.77	.099
Edad en pacientes con insuficiencia renal crónica	36.7 ± 10.56	
FEVI ECO(%) en todos los pacientes	58.85 ± 13.15	0.39
FEVI MN (%) en todos los pacientes	61.80 ± 9.44	
FEVI ECO (%) en pacientes sanos	61.09 ± 11.99	0.462
FEVI ECO (%) en pacientes con insuficiencia renal crónica	56.62 ± 14.50	
FEVI MN (%) en pacientes sanos	60.40 ± 9.13	0.522
FEVI MN (%) en pacientes con insuficiencia renal crónica	63.2 ± 10.03	

FEVI= Fracción de expulsión ventricular izquierda, ECO = Ecocardiograma tridimensional, MN [Medicina nuclear (angiografía por radionúclidos)].

Gráfico No. 2

Fracción de expulsión ventricular izquierda por angiografía por radionúclidos y por ecocardiograma tridimensional.

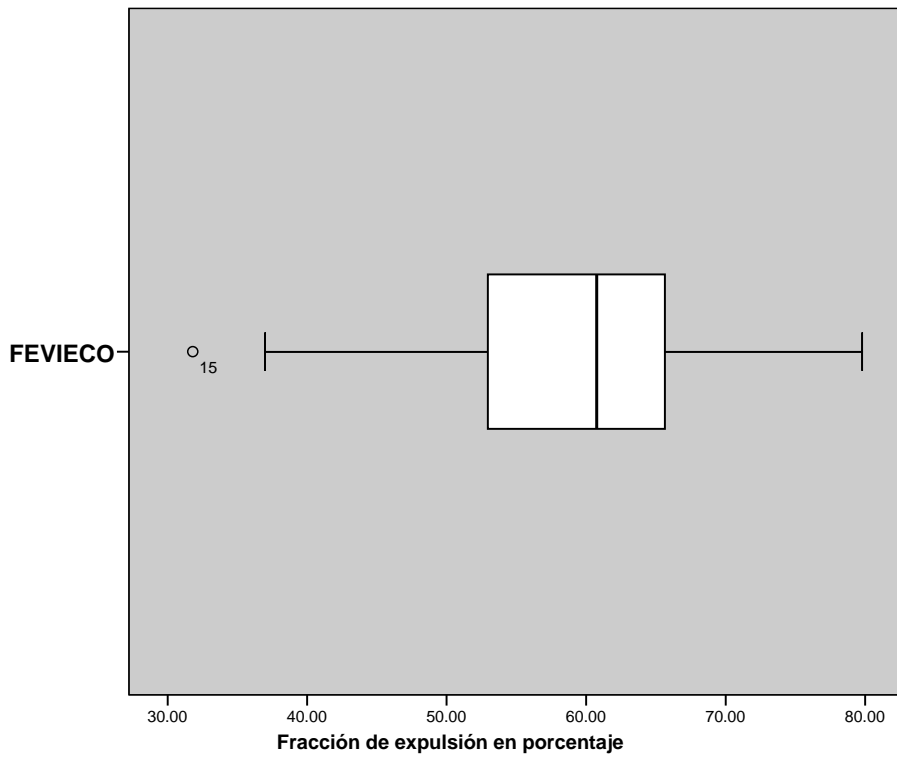
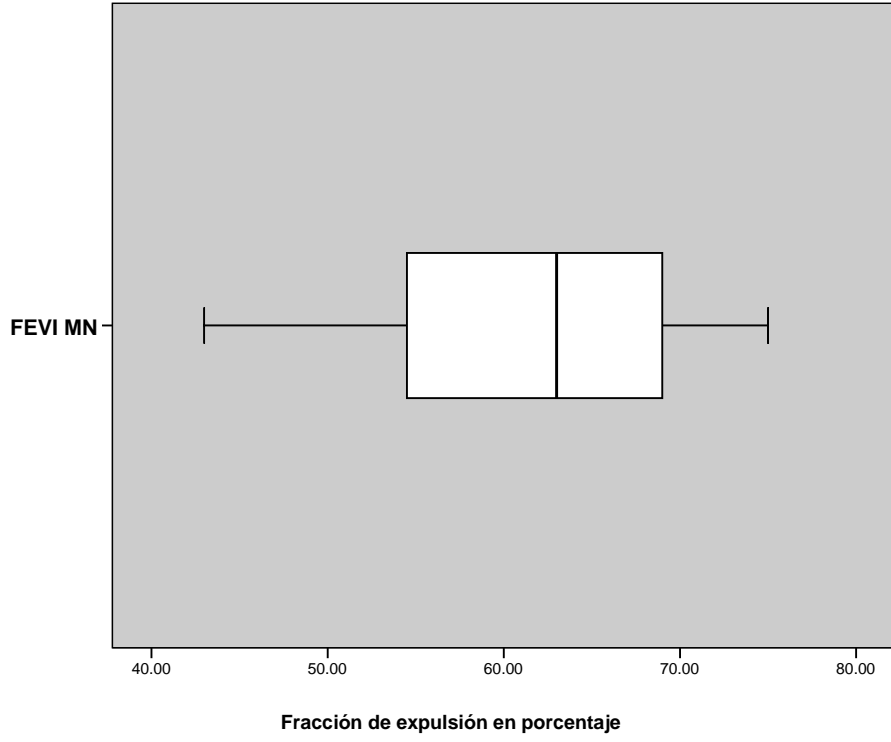


Gráfico No. 3

Fracción de expulsión ventricular izquierda por angiografía por radionúclidos en pacientes sanos y con insuficiencia renal.

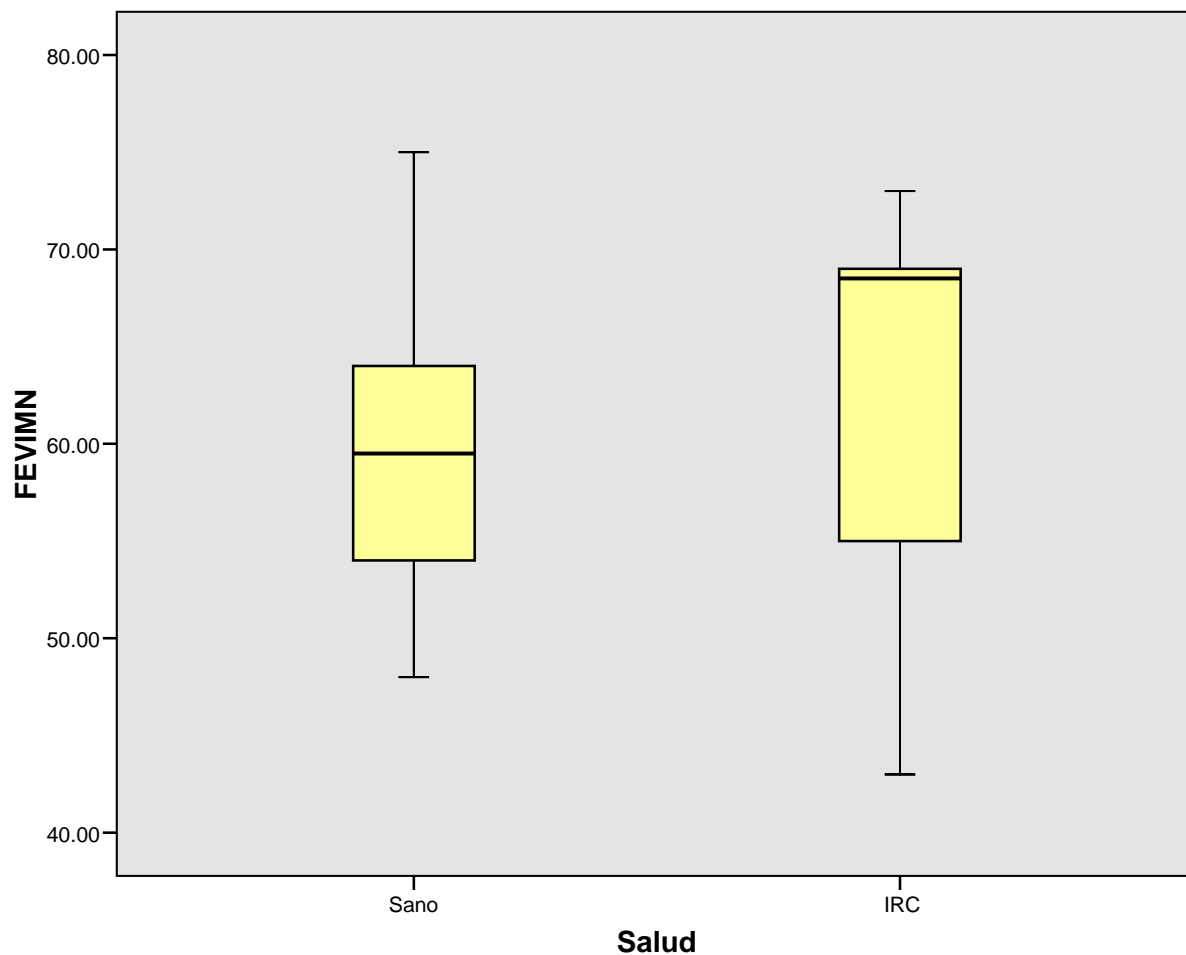


Gráfico No. 4

Fracción de expulsión ventricular izquierda por ecocardiograma tridimensional en pacientes sanos y con insuficiencia renal crónica.

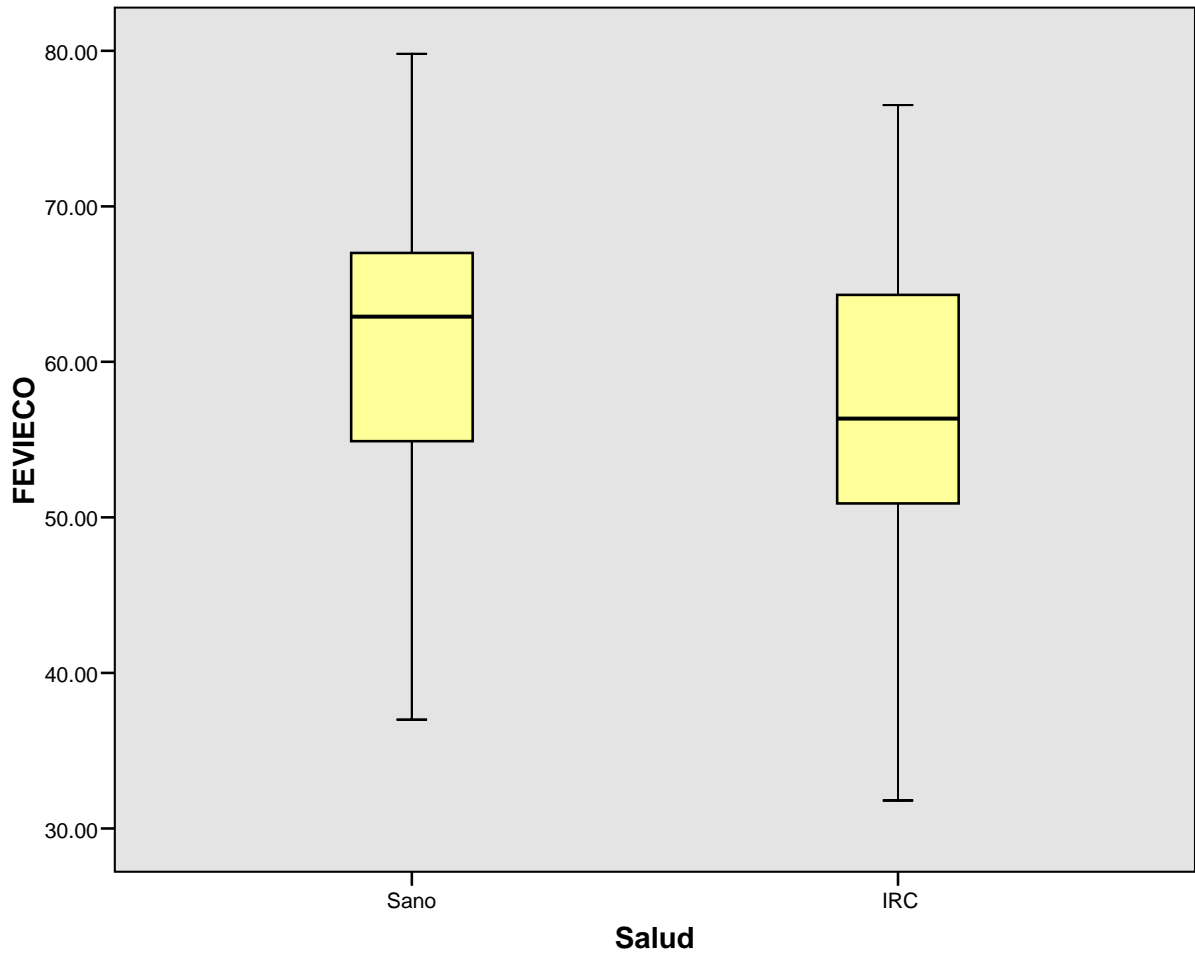
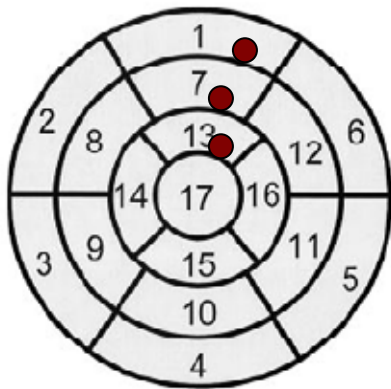
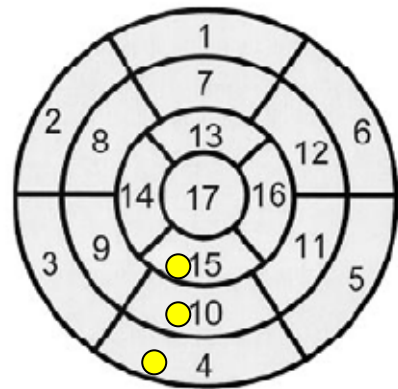


Gráfico No. 5

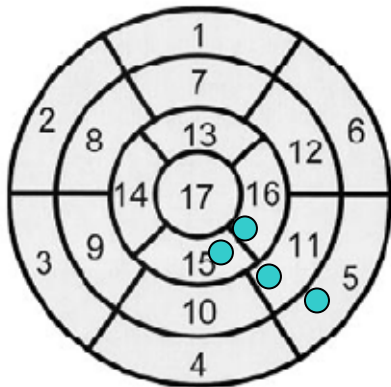
Paredes estudiadas, según segmentación cardiaca



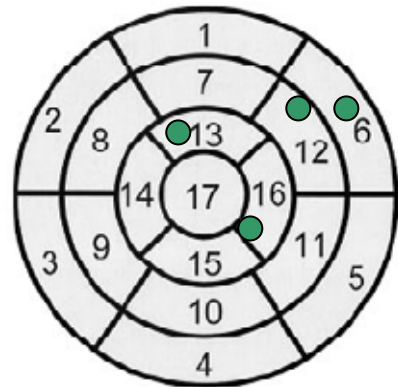
Pared 1



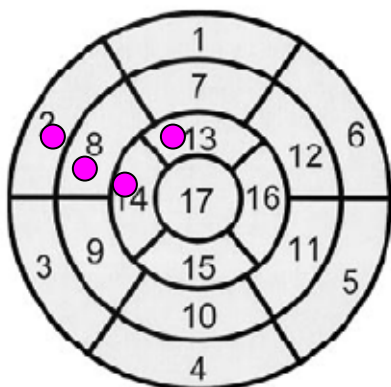
Pared 2



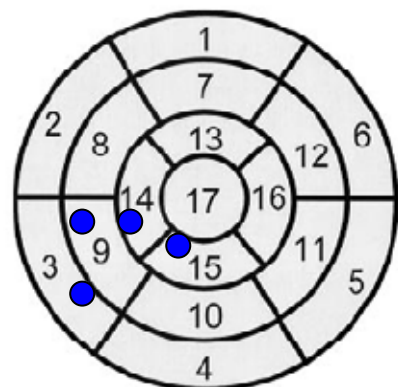
Pared 3



Pared 4



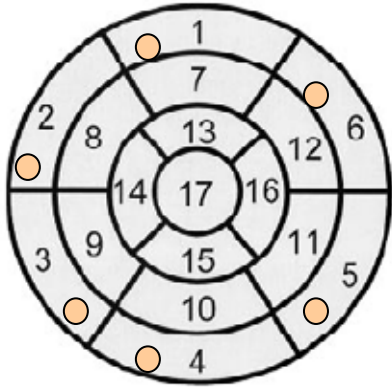
Pared 5



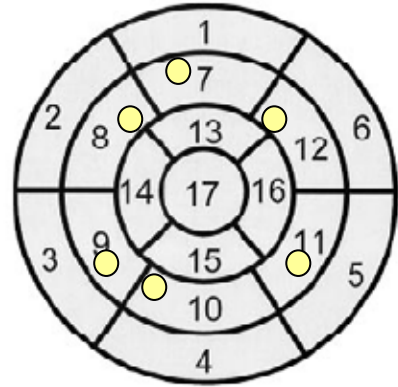
Pared 6

Gráfico No. 6

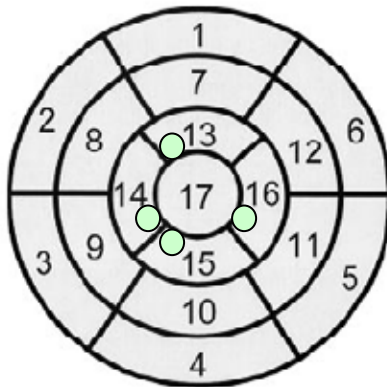
Anillos estudiados, según segmentación cardiaca



Anillo externo



Anillo medio



Anillo interno

Tabla No. 3

Tiempo de contracción de paredes según segmentación cardiaca en pacientes sanos y con insuficiencia renal crónica

Tiempo de contracción de las paredes según segmentación cardiaca	Media	Desv. estándar
Tiempo sistólico milisegundos, pared 1	28.5000	52.15412
Tiempo diastólico milisegundos pared 1	51.6500	90.20344
Porcentaje de diferencia pared 1	3.0910	5.61358
Tiempo sistólico milisegundos, pared 2	35.9500	44.01492
Tiempo diastólico milisegundos pared 2	65.0500	76.83165
Porcentaje de diferencia pared 2	3.9355	4.65432
Tiempo de sistólico milisegundos, pared 3	24.3750	28.96862
Tiempo diastólico milisegundos pared 3	59.9500	76.23335
Porcentaje de diferencia pared 3	3.3755	4.13830
Tiempo sistólico milisegundos, pared 4	34.7500	43.44249
Tiempo diastólico milisegundos pared 4	68.9500	89.95933
Porcentaje de diferencia pared 4	3.7195	4.56954
Tiempo sistólico milisegundos, pared 5	34.3000	47.74835
Tiempo diastólico milisegundos pared 5	65.8660	100.58403
Porcentaje de diferencia pared 5	3.7415	5.09209
Tiempo sistólico milisegundos, pared 6	32.6500	41.82957
Tiempo diastólico milisegundos pared 6	67.7500	88.14096
Porcentaje de diferencia pared 6	3.4610	4.43668

Tabla No. 4

Tiempo de contracción de los distintos anillos, según segmentación cardiaca, en pacientes sanos y con insuficiencia renal crónica

Tiempo de contracción anillos según segmentación cardiaca	Media	Desv. estándar
Tiempo sistólico milisegundos, Anillo externo	39.3500	48.53027
Tiempo diastólico milisegundos anillo externo	74.6170	99.37812
Porcentaje de diferencia anillo externo	4.3980	5.58875
Tiempo de sistólico milisegundos, anillo medio	25.8000	36.37466
Tiempo diastólico milisegundos anillo medio	59.0000	74.35618
Porcentaje de diferencia anillo medio	2.8545	3.99676
Tiempo de sistólico milisegundos, anillo interno	45.2500	50.54844
Tiempo diastólico milisegundos anillo interno	71.5970	93.95424
Porcentaje de diferencia anillo interno	4.8665	5.43969
Tiempo sistólico milisegundos, Anillo externo	39.3500	48.53027
Tiempo diastólico milisegundos anillo externo	74.6170	99.37812
Porcentaje de diferencia anillo externo	4.3980	5.58875
Tiempo de sistólico milisegundos, anillo medio	25.8000	36.37466
Tiempo diastólico milisegundos anillo medio	59.0000	74.35618
Porcentaje de diferencia anillo medio	2.8545	3.99676
Tiempo de sistólico milisegundos, anillo interno	45.2500	50.54844
Tiempo diastólico milisegundos anillo interno	71.5970	93.95424
Porcentaje de diferencia anillo interno	4.8665	5.43969

Tabla No. 5

Velocidad de contracción de los distintos segmentos cardiacos, en milisegundos, en pacientes sanos y con insuficiencia renal

Tiempo de contracción de las paredes según segmentación cardiaca	Media pacientes sanos	Desv. Estándar pacientes sanos	Media pacientes I.R.C.	Desv. Estándar pacientes I.R.C.	T student (p)
Tiempo sistólico milisegundos, pared 1	48.9000	69.04660	8.1000	7.07814	.079
Tiempo diastólico milisegundos pared 1	87.1000	119.20146	16.2000	13.25644	.078
Porcentaje de diferencia pared 1	5.2790	7.44147	.9030	.71551	.081
Tiempo sistólico milisegundos, pared 2	58.0000	50.77839	13.9000	20.76027	.020
Tiempo diastólico milisegundos pared 2	102.7000	89.58553	27.4000	35.86766	.024
Porcentaje de diferencia pared 2	6.0740	5.42893	1.7970	2.46909	.036
Tiempo sistólico milisegundos, pared 3	31.5000	38.87659	17.2500	12.14095	.283
Tiempo diastólico milisegundos pared 3	54.8000	66.71965	65.1000	88.08134	.772
Porcentaje de diferencia pared 3	3.2610	3.97279	3.4900	4.51018	.905
Tiempo sistólico milisegundos, pared 4	43.7000	56.17443	25.8000	25.50730	.371
Tiempo diastólico milisegundos pared 4	82.4000	116.67067	55.5000	55.41209	.518
Porcentaje de diferencia pared 4	4.4080	5.80099	3.0310	3.06213	.515
Tiempo sistólico milisegundos, pared 5	54.0000	60.17936	14.6000	18.14264	.063
Tiempo diastólico milisegundos pared 5	99.1320	132.05842	32.6000	38.20762	.143
Porcentaje de diferencia pared 5	5.7510	6.41646	1.7320	2.14366	.077
Tiempo sistólico milisegundos, pared 6	48.6000	50.73066	16.7000	23.55632	.088
Tiempo diastólico milisegundos pared 6	104.6000	107.92405	30.9000	41.66120	.059
Porcentaje de diferencia pared 6	5.0350	5.28681	1.8870	2.84596	.115

Tabla No. 6

Velocidad de contracción de los distintos anillos cardiacos, en milisegundos, en pacientes sanos y con insuficiencia renal

Tiempo de contracción de los anillos según segmentación cardiaca	Media pacientes sanos	Desv. Estándar pacientes sanos	Media pacientes I.R.C.	Desv. Estándar pacientes I.R.C.	T student (p)
Tiempo sistólico milisegundos, Anillo externo	37.5000	44.08136	41.2000	54.96625	.870
Tiempo diastólico milisegundos anillo externo	80.0000	91.23474	69.2340	111.62969	.816
Porcentaje de diferencia anillo externo	3.9380	4.88490	4.8580	6.45029	.723
Tiempo sistólico milisegundos, anillo medio	40.4000	45.76073	11.2000	15.01703	.071
Tiempo diastólico milisegundos anillo medio	88.3000	92.00489	29.7000	36.04642	.077
Porcentaje de diferencia anillo medio	4.3590	5.03946	1.3500	1.81573	.093
Tiempo sistólico milisegundos, anillo interno	73.4000	58.92029	17.1000	12.71438	.008
Tiempo diastólico milisegundos anillo interno	104.7940	124.24500	38.4000	27.38288	.116
Porcentaje de diferencia anillo interno	7.7670	6.46308	1.9660	1.41473	.013

Gráfico No. 7

Regresión lineal entre fracción de expulsión ventricular por angiografía por radionúclidos y fracción de expulsión ventricular por ecocardiograma tridimensional, en pacientes sanos

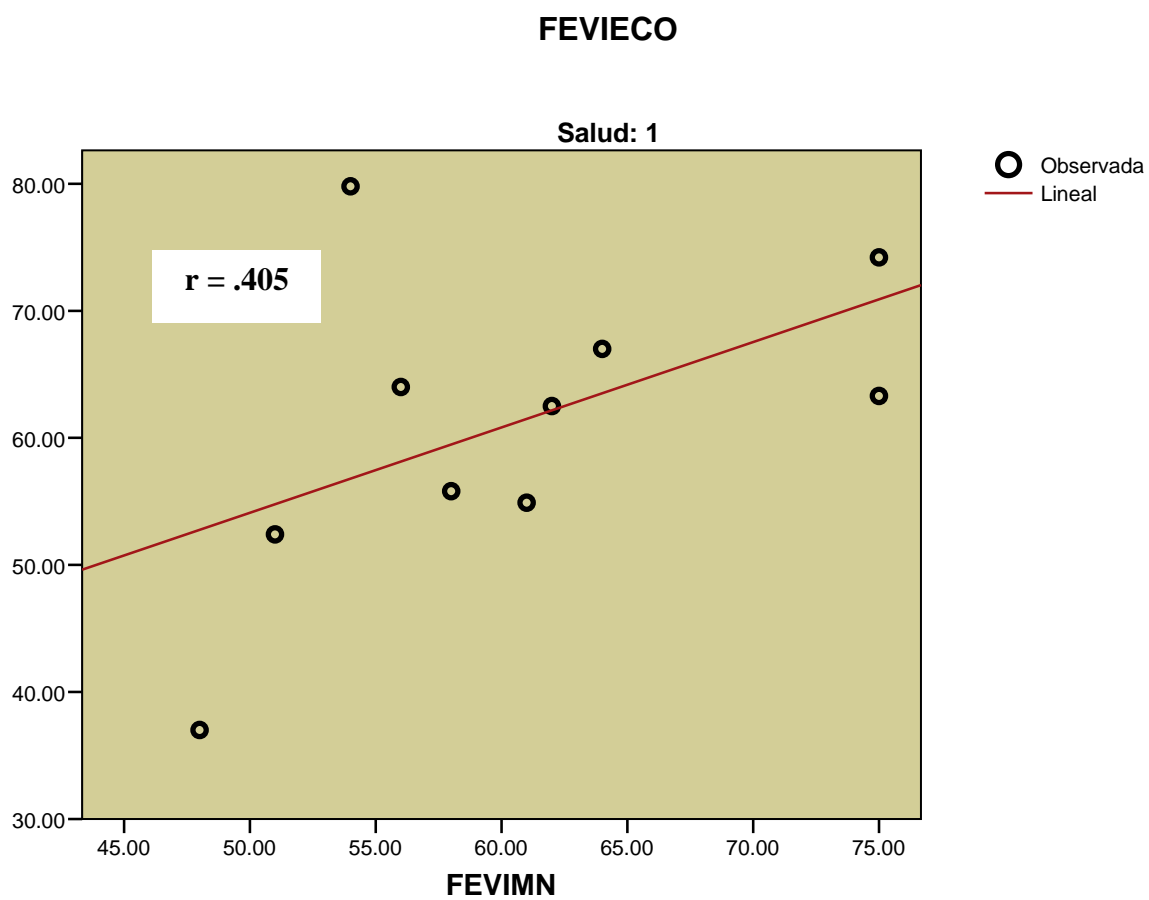
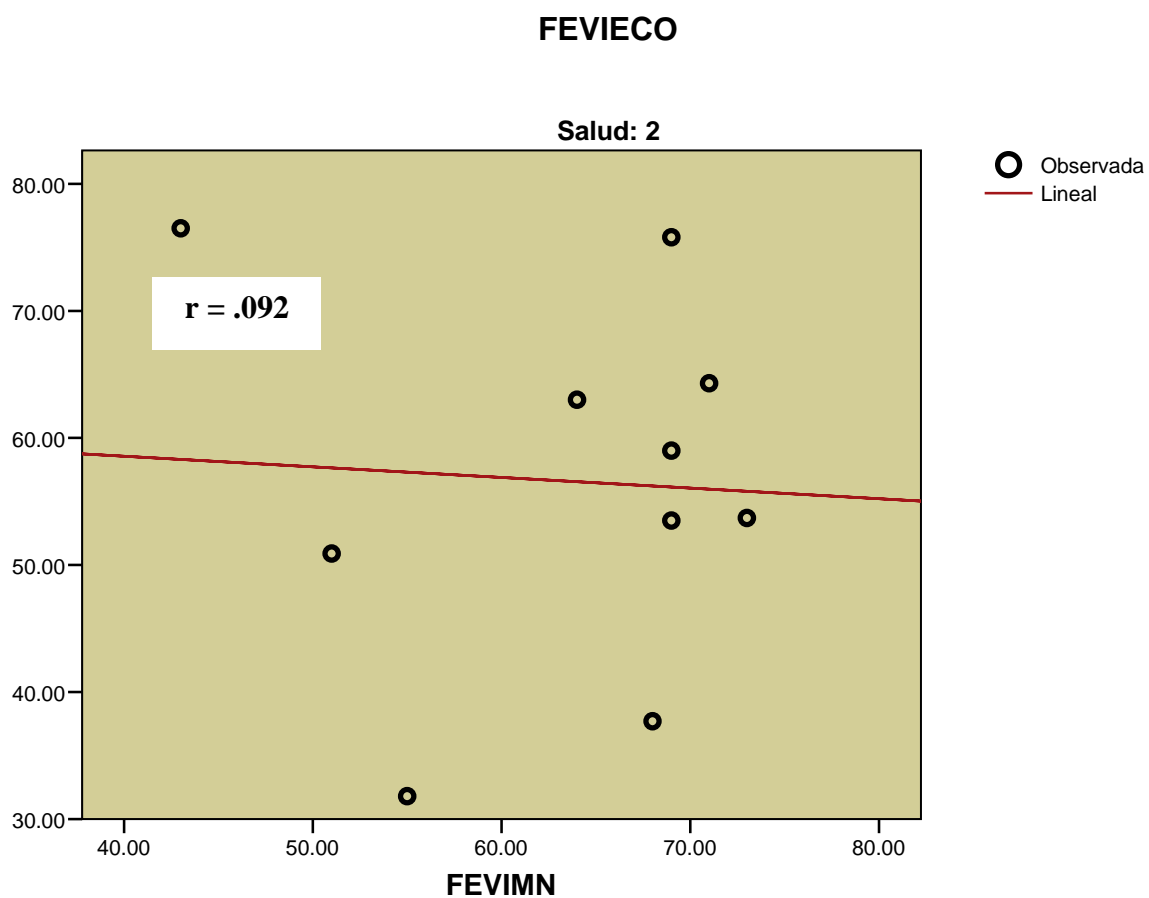


Gráfico No. 8

Regresión lineal entre fracción de expulsión ventricular por angiografía por radionúclidos y fracción de expulsión ventricular por ecocardiograma tridimensional, en pacientes con insuficiencia renal crónica



DISCUSIÓN

La determinación exacta del volumen ventricular, fracción de expulsión, y movilidad de la pared ventricular, es importante para la toma de decisiones clínicas y para el seguimiento. Actualmente, la ecocardiografía es el método más común para obtener esta información. Aunque se han usado otras técnicas, como la angiografía, angiografía por radionúclidos, resonancia magnética; la ecocardiografía sigue siendo el método más común.

Aunque continúa siendo una técnica novedosa y con un bajo grado de utilización, la ecocardiografía tridimensional ha cumplido ya 20 años de desarrollo. De éstos, los últimos han sido, sin duda, los más intensos debido a la aparición de dispositivos informáticos más poderosos que hacen posible la obtención de imágenes tridimensionales en tiempo real.

La ecocardiografía tridimensional ha demostrado ser un método reproducible y exacto para la medición de la fracción de expulsión ventricular izquierda, ya que no asume la forma geométrica del ventrículo izquierdo.

Este método ha sido comparado con diversos otros métodos de imagen, ya mencionados previamente. Desde 1993 se han realizado estudios para correlación de la fracción ventricular de expulsión por angiografía por radionúclidos y por ecocardiograma tridimensional. La literatura reporta que existe una buena correlación entre ambos métodos, con $r = 0.95$, sin embargo en nuestro estudio no se da esa correlación ($r = 0.405$ para los pacientes sanos y de $.092$ para los pacientes con insuficiencia renal crónica). Las posibles causas por lo cual no obtuvimos esa correlación, es una probable sobreestimación la función ventricular izquierda por angiografía por radionúclidos, lo cual puede deberse a una sobrecorrección, volúmenes sistólicos bajos, selección de grandes áreas de interés al final de la diástole, y una posición inadecuada del detector, sobre el miocardio relativamente normal. Durante el transcurso del estudio hubo problemas técnicos con la cámara de centelleo. Además, en el estudio de ecocardiograma tridimensional, se requiere limitar el endocardio por el observador, lo cual puede añadir una variación técnica.

En los estudios publicados, que son similares a éste, la muestra de pacientes de de 51 en un estudio (7) y de 25 en el otro estudio (1). Se reporta en ambos una correlación mayor a 0.95 entre la angiografía por radionúclidos y ecocardiograma tridimensional. Para ambos estudios, a fin de tener

mayor validez, es necesario realizar variabilidad inter e intraobservador, como lo reporta la literatura; sin embargo, hubo problemas técnicos con la cámara de centelleo, perdiendo parte de los estudios realizados, por lo que no fue posible realizar dicha validez.

Es necesaria la realización de este estudio con un mayor número de pacientes, planeando realizar la variabilidad inter e intraobservador, y así evitar un error tipo 1.

Se ha realizado además comparación de la ecocardiografía tridimensional con la resonancia magnética, mostrando también una correlación significativa, siendo $r = > 0.80$, e incluso, se reporta hasta de 0.99, siendo los estudios más recientes realizados con ecocardiografía tridimensional.

A pesar de que este método, en sus diferentes variantes, ha superado en forma holgada el terreno experimentan y que cuenta con unas innegables ventajas teóricas y práctica, su introducción dentro del arsenal terapéutico cardiovascular ha sido lenta y difícil. Aún no hay guías específicas para la utilización del mismo.

En cuanto a la velocidad de contracción de los distintos segmentos cardiacos, no existe en la literatura algún registro de las velocidades consideradas como normales, por lo que se realizó el análisis de los mismos dividiendo a los pacientes en sanos o con insuficiencia renal.

En este estudio hubo diferencias significativas en cuanto a las velocidades de contracción entre los grupos ya mencionados, siendo éstas encontradas en la pared 2, que involucra a los segmentos 4, 10 y 15 (porcentaje de diferencia $p = 0.036$). En cuanto a la velocidad de contracción por anillos, sólo hubo diferencia significativa en el anillo interno, en el tiempo sistólico, con $p = 0.008$. Esto implica que hay afección a nivel de segmentos inferiores y apicales en los pacientes con insuficiencia renal crónica en relación a los pacientes sanos, de esta muestra.

No existen estudios en la literatura que comparen la velocidad de contracción de los distintos segmentos en pacientes sanos con pacientes enfermos de insuficiencia renal crónica. Se requiere otro estudio con mayor número de pacientes para dar validez externa a dicho hallazgo.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo una media de 61.80 ± 9.44 para la fracción de expulsión obtenida por angiografía por radionúclidos y una media de 58.85 ± 13.15 , para la fracción de expulsión obtenida por ecocardiograma tridimensional, con diferencia de medias no significativa, con una correlación de 0.39
- Se requiere un estudio con mayor número de pacientes para dar validez externa al estudio.
- Existe diferencia en la velocidad de contracción de los segmentos inferiores y apicales en los pacientes con insuficiencia renal crónica, en relación a los pacientes sanos, en esta muestra de pacientes. Debe realizarse un estudio con mayor cantidad de pacientes para confirmar dicho hallazgo.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por la presente expreso que acepto participar en el proyecto de investigación titulado "**Correlación de la Fracción de Expulsión medida por Ecocardiografía Tridimensional y Angiografía por Radionúclidos. Evaluación de la movilidad de la pared ventricular izquierda por Ecocardiografía tridimensional**", aprobado y registrado ante la Comisión Nacional de Investigación Científica del IMSS con el número 091/2007

He sido informado (a) que el objetivo del mismo es obtener la medición de la fracción de expulsión mediante ecocardiografía tridimensional y angiografía por radionúclidos, a fin de realizar una correlación entre las mismas, y realizar la medición de las velocidades de contracción del ventrículo izquierdo por ecocardiografía tridimensional.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en responder a las preguntas que se me hagan en relación mis antecedentes personales patológicos, permitir la realización de estudios como ecocardiograma tridimensional y angiografía por radionúclidos para la cual se requiere la obtención de una muestra de 4-5 ml. de sangre para marcaje de eritrocitos con Tc⁹⁹, los cuales me serán infundidos, y posteriormente pasar a una cámara de centelleo para la obtención de imágenes a analizar.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los beneficios derivados de mi participación en el estudio, siendo éstos una valoración anatómica y funcional a nivel cardiaco, mediante interrogatorio y los estudios previamente mencionados. Se me ha informado además de los posibles inconvenientes y molestias de los mismos.

El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna, responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevan a cabo, con el conocimiento de que con la dosis de radiación que se aplicará, no se pondrá en riesgo mi salud.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en el momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto.

El investigador principal me ha dado seguridades 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 el estudio.

Lugar: _____ Fecha: ____/____/____

Paciente	Investigador
Nombre y firma	Nombre, matrícula IMSS y firma
Testigo	Testigo
Nombre y firma	Nombre y firma

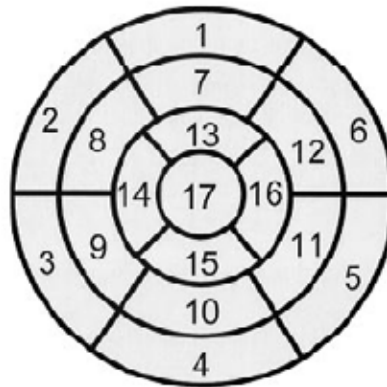
Correlación de la fracción de expulsión obtenida por Ecocardiografía Tridimensional y Angiografía por Radionúclidos. Velocidad de contracción de los distintos segmentos cardiacos por Ecocardiografía Tridimensional.

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____

Afiliación: _____

Parámetro	ECO 3D	Angiografía con radionúclidos
VSF		
VDF		
FE %		



- | | | |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. basal anterior | 7. mid anterior | 13. apical anterior |
| 2. basal anteroseptal | 8. mid anteroseptal | 14. apical septal |
| 3. basal inferoseptal | 9. mid inferoseptal | 15. apical inferior |
| 4. basal inferior | 10. mid inferior | 16. apical lateral |
| 5. basal inferolateral | 11. mid inferolateral | 17. apex |
| 6. basal anterolateral | 12. mid anterolateral | |

Cara	Velocidad de contracción en milisegundos
1. Basal Anterior	
2. Basal Anteroseptal	
3. Basal Inferoseptal	
4. Basal Inferior	
5. Basal Inferolateral	
6. Basal Anterolateral	
7. Media Anterior	
8. Media Anteroseptal	
9. Media Inferoseptal	
10. Media Inferior	
11. Media Inferolateral	
12. Media Anterolateral	
13. Apical Anterior	
14. Apical Septal	
15. Apical Inferior	
16. Apical Lateral	
17. Ápice	

BIBLIOGRAFÍA

1. Nosir YF, Fioretti PM; Vletter WB, et al. Accurate Measurement of Left Ventricular Ejection Fraction by Three-Dimensional Echocardiography. *Circulation* 1996; 94: 460-466.
2. Krenning BJ, Voormolen MM, Roelandt JRTC. Assessment of left ventricular function by three-dimensional echocardiography. *Cardiovascular Ultrasound* 2003. 1:12.
3. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, et al. ACC/AHA/ASE Guideline update for the Clinical Application of Echocardiography: Summary Article. *Circulation* 2003; 108: 1146-1162.
4. Sugeng L, Weinert L, Lang RM. Left ventricular assessment using real time three dimensional echocardiography. *Heart* 2003; 89 (Supl III); iii29-iii36.
5. Roldán FJ, Vargas Barrón J. Indicaciones e información de la ecocardiografía tridimensional. *Archiv Cardiol Mex* 2004; 74 (supl 1): S88-S92.
6. Siu SC, Rivera JM, Guerrero JL. Three Dimensional Echocardiography. In Vivo Validation for Left Ventricular Volume and Function. *Circulation* 1993; 88: 1715-1723.
7. Gopal AS, Sapin PM, Shen Z, Sapin PM, et al. Assessment of cardiac function by three-dimensional echocardiography compared with conventional noninvasive methods. *Circulation*. 1995;92:842-852.
8. Acar P, Maunoury C, Antonietti T, et al. Left Ventricular Ejection Fraction in children measured by three-dimensional echocardiography using a new transthoracic integrated 3-D probe. *European Heart Journal* 1998,19: 1583-1588.
9. Baird MG, Lorell BH, Bateman DS. ACC/AHA/ASNC Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging- Executive Summary. *Circulation* 2003; 108: 1404-1418.
10. Meave A. Resonancia Magnética Cardiovascular (RMCV). *Archiv Cardiol Mex* 2004; 74 supl 2: S518-S526.
11. Kühl HP, Schreckenber M, Rulands D, et al. High-Resolution Transthoracic Real-Time Three-Dimensional Echocardiography. Quantification of Cardiac Volumes and Function Using Semi-Automatic Border Detection and Comparison With Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *JACC* 2004; 43: 2083-2090.
12. Jenkins C, Bricknell K, Hanekom L. Reproducibility and Accuracy of Echocardiographic Measurements of Left Ventricular Parameters Using Real-Time Three-Dimensional Echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44: 878-886.

13. Jenkins C, Chan J, Hanekom L, et al. Accuracy and Feasibility of Online 3-Dimensional Echocardiography for Measurement of Left Ventricular Parameters. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19:1119-1128.
14. Sugeng L, Mor-Avi V, Weinert L. Quantitative Assessment of Left Ventricular Size and Function. Side by Side comparison of Real-Time Three-Dimensional Echocardiography and Computed Tomography With Magnetic Resonance Reference. *Circulation* 2006; 114: 654-661.
15. Corsi C, Lang RM, Veronesi F. Volumetric Quantification of Global and Regional Left Ventricular Function from Real-Time Three-Dimensional Echocardiographic Images. *Circulation* 2005; 112; 1161-1170.
16. Matsamura Y, Hozumi T, Arai K, et al. Non-invasive assessment of myocardial ischaemia using real time three-dimensional dobutamine stress echocardiography : comparison with conventional two-dimensional methods. *European Heart Journal* 2005; 26: 1625-1632.
17. www.uoc.edu/in3/emath/docs/RegresionLineal.pdf
18. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. Standardized Myocardial Segmentation and Nomenclature for Tomographic Imaging of the Heart. *Circulation* 2002; 10: 539-542.
19. Douglas PS, Khandheria B, Stainback RF, Weissman NJ. ACCF/AHA/ACEP/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2007 appropriateness criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2007; xx:xxxx-xxxx.