

11205



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA
"IGNACIO CHÁVEZ"

EVALUACIÓN DE LA SINCRONÍA DE LA CONTRACCIÓN
VENTRICULAR. CORRELACIÓN DE 2 MÉTODOS
DIAGNOSTICOS: ECOCARDIOGRAFÍA Y VENTRICULOGRAFÍA
RADIOISOTÓPICA EN EQUILIBRIO

TESIS DE POSGRADO
PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD
EN CARDIOLOGÍA
P R E S E N T A:
DR. MIGUEL ANGEL RUIZ CHÁVEZ

TUTOR: DR. ENRIQUE PABLO VALLEJO VENEGAS



MÉXICO, D.F., SEPTIEMBRE DEL 2005

0350839



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.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por prestarme la vida y brindarme salud.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A mis compañeros y maestros de quienes he aprendido a cada momento.

Al personal del departamento de Medicina nuclear y ecocardiografía por su apoyo y arduo trabajo.

Al personal del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" que ha permitido y apoyado mi desarrollo profesional y personal.

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

NOMBRE: MIGUEL ANGEL

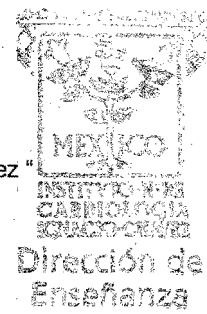
RIVERA CHAVEZ

FECHA: 22/SEPT/05

FIRMA: 

Dr. José Fernando Guadalajara Boo.

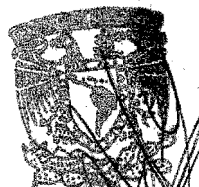
Director de Enseñanza del Instituto Nacional de Cardiología " Ignacio Chávez "



Dr. Enrique Vallejo Venegas.

Médico adjunto Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología " Ignacio Chávez "

Asesor de tesis.



SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
U.N.A.M.

ÍNDICE

Marco teórico.....	4
Planteamiento del problema.....	16
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
<i>Objetivo general</i>	
<i>Objetivos específicos</i>	
Hipótesis.....	17
<i>Hipótesis nula</i>	
<i>Hipótesis alterna</i>	
Criterios de inclusión.....	17
Criterios de exclusión.....	18
Material y Métodos.....	18
<i>Diseño del estudio</i>	
<i>Población de estudio</i>	
<i>Ecocardiografía</i>	
<i>Ventriculografía radioisotópica en Equilibrio</i>	
Métodos estadísticos.....	19
Resultados.....	20
Discusión.....	24
Conclusiones.....	26
Bibliografía.....	27

MARCO TEÓRICO.

La falla cardíaca es un problema importante de salud y afecta cerca de 16 millones de personas, con una incidencia anual del 1%¹. Las consecuencias de la falla de bomba y de las alteraciones regionales en la sincronía de la contracción ventricular aún no son bien comprendidas. El puente entre la activación eléctrica ventricular y la secuencia mecánica de la fase sistólica no son aún bien identificadas, el ensanchamiento del complejo QRS en el electrocardiograma de superficie usualmente indica un deterioro en la propagación del impulso eléctrico y esto se relaciona con incremento en la morbi-mortalidad en pacientes con falla cardíaca². Sin embargo los avances en el estudio de la sincronía ventricular en los últimos años han demostrado que pacientes sin infarto al miocardio, con asincronía intraventricular tienen un mayor riesgo de presentar eventos cardiovasculares adversos independientemente del ancho del QRS y de la fracción de expulsión³.

La asincronía atrioventricular esta relacionada a la disfunción del nodo sinusal y del nodo auriculo-ventricular (A-V), la conducción A-V anormal resulta en: retraso entre la contracción atrial y ventricular, acorta el tiempo de llenado ventricular, puede generar insuficiencia mitral. El retraso en el inicio de la contracción y relajación del ventrículo izquierdo produce asincronía interventricular y afecta principalmente el movimiento del septum interventricular y su contribución a la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo. La asincronía intraventricular tiene tiene también un efecto adverso ya que disminuye el gasto sistólico, incrementa el volumen sistólico final y el estrés parietal, así como retrasa la relajación del ventrículo izquierdo todo esto en deterioro de la eficiencia del trabajo ventricular⁴.

ECOCARDIOGRAFÍA.

Por medio de evaluación ecocardiográfica la asincronía interventricular puede ser evaluada por el retraso mecánico interventricular, definido como la diferencia de tiempo de los periodos pre-expulsivos entre el ventrículo izquierdo y derecho, es decir el periodo pre-expulsivo aórtico (PPEAo) y el periodo pre-expulsivo pulmonar (PPEP), cuando es mayor o igual a 40ms es considerada indicativa de asincronía interventricular (Figura. 1)⁵.

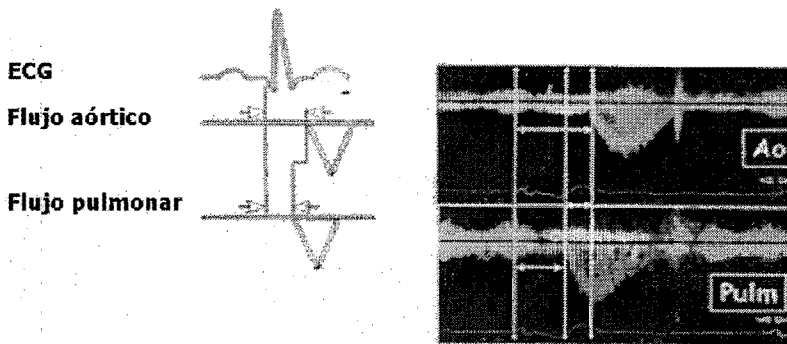


Figura 1.- Medición del retraso mecánico interventricular por ecocardiograma (Doppler).

La asincronía intraventricular puede ser evaluada en modo M mediante un eje corto paraesternal a nivel de los músculos papilares, el retraso en el movimiento del septum a la pared posterior puede ser obtenido y un valor mayor a 130ms ha sido propuesto como marcador de asincronía intraventricular⁶. (Figura 2)

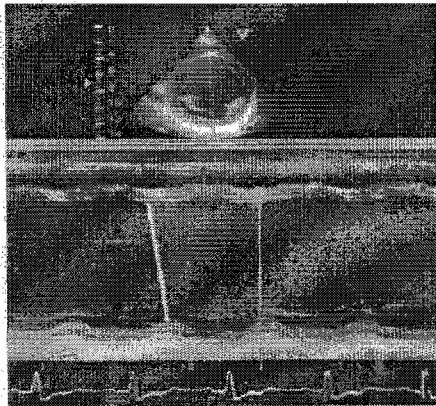


Figura 2.- Retraso entre el pico sistólico de las paredes septal y posterior por ecocardiograma (Modo M).

Algunos pacientes con QRS ancho no exhiben asincronía ventricular, mientras que algunos pacientes que tienen complejos QRS estrechos se ha demostrado asincronía ventricular, esta consideración sugiere que el electrocardiograma no es un marcador óptimo para seleccionar pacientes candidatos a resincronización cardíaca ⁷. Datos recientes han demostrado que la asincronía mecánica no está necesariamente relacionada con la asincronía eléctrica y la presencia de asincronía en el ventrículo izquierdo es el principal predictor de la respuesta a la terapia de resincronización cardíaca.

El doppler tisular es una metodología ecocardiográfica reciente que permite valorar la sincronía de la contracción ventricular asociando el tiempo y la velocidad máxima sistólicas en diferentes regiones del miocardio y en relación con la actividad eléctrica. Dos parámetros indican asincronía:

1. La máxima diferencia entre las velocidades de los picos sistólicos en 2 de los 12 segmentos (asincronía intraventricular es definida como la diferencia mayor de 100 msecs.)
2. La desviación estándar de los 12 intervalos de tiempo medidos de la velocidad de los picos sistólicos (asincronía intraventricular es definida como la desviación estándar de 33 msecs, referido al índice de asincronía).

Se ha observado ausencia de asincronía intraventricular significativa en personas normales, mientras que 73% de los pacientes que tienen QRS anchos tienen asincronía intraventricular importante, lo interesante es que 51% de los pacientes que tienen QRS angosto también presentan asincronía intraventricular importante. Se ha demostrado que evaluando la sincronía inter e intraventricular por ecocardiograma (en particular Doppler tisular) se pueden identificar a los pacientes que responderán a terapia de resincronización ⁸.

Otros autores utilizan la medición del pico sistólico en 2 segmentos únicamente, comparando el pico sistólico del septum con el de la pared lateral y un retraso ≥ 60 ms lo consideran como indicador de asincronía intraventricular (Figura 3)⁹.

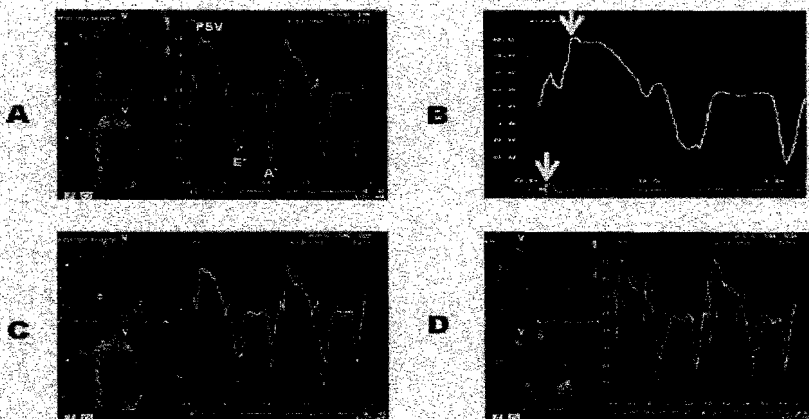


Figura 3.- Evaluación de la sincronía ventricular Doppler tisular.

Figura 3.- (A) Imagen característica de Doppler tisular obtenida en el septum de un individuo normal (Velocidad del pico sistólico [PSV], velocidades diastólicas [E' y A']). (B) Ilustración de la evaluación del inicio de QRS a la velocidad del pico sistólico. (C) Evaluación de la asincronía intraventricular tomando muestras de volumen en el septum (curva amarilla) y pared lateral (curva verde), los datos de un individuo normal muestra sincronía intraventricular. (D) Asincronía ventricular importante entre el septum (curva amarilla) y la pared lateral (curva verde).

Algunos estudios han demostrado que el Doppler tisular es una guía para poder identificar los pacientes que serán beneficiados con terapia de resincronización ventricular, un retraso mayor de 65ms del septum anterior a la pared posterior utilizando un eje largo apical tiene un 87% de sensibilidad y 100% de especificidad para predecir una respuesta aguda favorable (2 días después de la resincronización) sin embargo dicho estudio no tiene como objetivo evaluar el resultado a largo plazo¹⁰. Inclusive en otros trabajos se ha demostrado que pacientes con falla cardíaca, el grado de asincronía intra e interventricular y su combinación es el mejor factor predictivo de la recuperación funcional del ventrículo izquierdo¹¹.

VENTRICULOGRAFÍA RADIOISOTÓPICA EN EQUILIBRIO

La ventriculografía radioisotópica en equilibrio (VRIE) por medio del análisis de fase de Fourier tiene la habilidad de cuantificar separadamente la sincronía intraventricular e interventricular.

Análisis de fase.- Es una representación del patrón de contractilidad del ventrículo izquierdo en la curva de actividad-tiempo cuantificado pixel por pixel.

Transformación de Fourier.- De cada curva de actividad-tiempo, en cada pixel, se analiza el primer componente de la armónica de Fourier, y la suma de los componentes es utilizada para crear una curva de cosenos (proceso automático).

Curva del Análisis de Fase.- Los histogramas de la imagen de fase representan la actividad contráctil de cada pixel (eje de Y) y es localizada en grados (eje de X), en un ciclo de 0-360 grados sincronizado con el electrocardiograma (Figura 4).

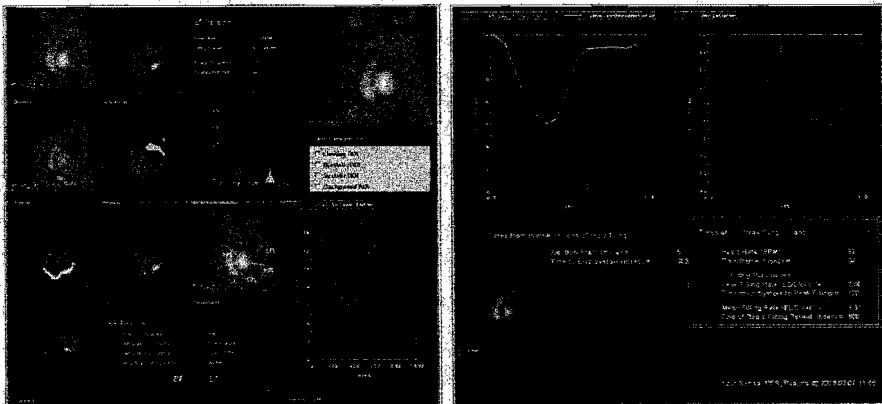


Figura 4.- Ventriculografía radioisotópica en equilibrio (Análisis de Fase de Fourier).

El análisis de fase corresponde a la secuencia relativa y patrón de contracción ventricular durante el ciclo cardiaco, imagenes codificadas en color y sus histogramas correspondientes son generados, imagenes de fase son generadas para regiones cardiacas usando una escala continua en color que corresponden a angulos de fase de 0° a 360° . La asincronía interventricular es evaluada con la diferencia de la media de los angulos de fase entre el ventrículo izquierdo y derecho; la sincronía intraventricular en cada ventrículo es medida como la desviación estándar de la media del ángulo de fase tanto de ventrículo derecho como izquierdo. Los resultados son expresados en angulos y el tiempo en milisegundos.

El análisis de fase de la ventriculografía radioisotópica ha mostrado que el marcapasos bicameral puede reducir el retraso en la activación entre el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo ¹². Estudios han demostrado que la asincronía intraventricular evaluada por medio de análisis de fase de Fourier es un factor predictor independiente de eventos cardiacos en pacientes con miocardiopatía dilatada, sin embargo en este estudio no se demostró que la asincronía interventricular fuera un factor pronóstico independiente de eventos cardiovasculares ¹³.

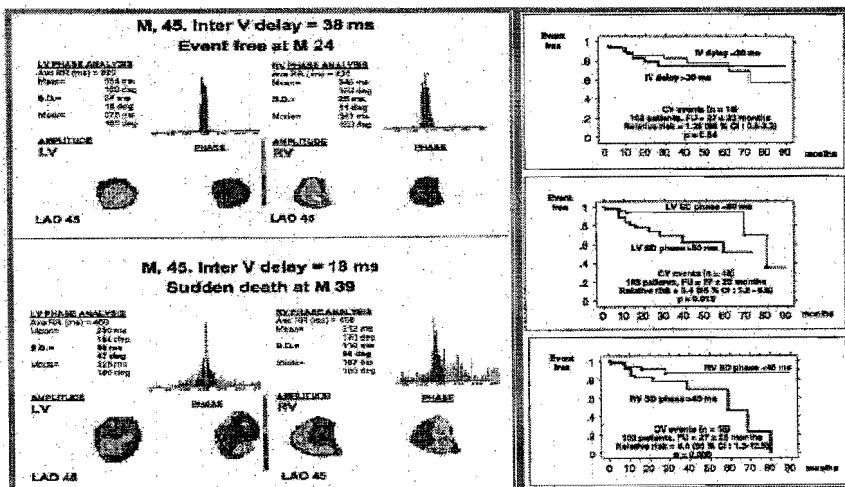


Figura 3.- Evaluación de la sincronía ventricular por análisis de fase de Fourier, mortalidad.

La figura 5 nos demuestra las gráficas y curvas de supervivencia de Kaplan Meier de sujetos con asincronía intra e interventricular y sin ella, se aprecia el impacto en mortalidad en aquellos sujetos con asincronía intraventricular, no así en sujetos con asincronía interventricular, también se aprecia la gran dispersión de la gráfica en el análisis de fase que demuestra la asincronía de la contracción intraventricular (gráfica inferior).

La VRIE utiliza la señal del electrocardiograma para establecer una relación temporal entre la adquisición de la imagen y los eventos de la contracción ventricular en el ciclo cardíaco. Para esto, el muestreo de datos es realizado cuando el radioisótopo ha alcanzado un equilibrio en la circulación en las cavidades cardíacas, de tal manera que los datos adquiridos pueden ser sumados sobre cientos de ciclos cardíacos. Estos datos son divididos de acuerdo a su tiempo de ocurrencia en el ciclo cardíaco. La figura 6 ilustra el principio de adquisición de este estudio.

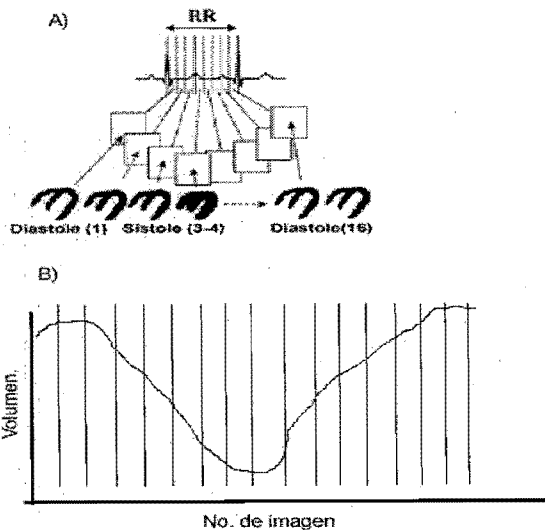


Fig.6. Principio de adquisición de la ventriculografía radio isotópica en equilibrio. A) El intervalo de tiempo entre cada onda R de la señal electrocardiográfica es dividido en 16 segmentos iguales. Los datos de la imagen son adquiridos por cada cuadro en múltiples ciclos cardíacos y almacenados en lugares específicos de la memoria (cuadro). B) Cuando todos los cuadros son sumados y la imagen resultante representa un tiempo determinado del ciclo cardíaco, obteniéndose una curva representativa que representa los cambios en el volumen endocárdico por cada 16 imágenes.

Los datos son adquiridos hasta alcanzar una determinada densidad de cuentas sobre la región cardiaca, de tal manera que las imágenes generadas son de la suficiente magnitud para poder cuantificar los diferentes parámetros que evalúan la función cardiaca. Este mismo principio ha sido aplicado a la adquisición de imágenes en SPECT en lugar de adquisiciones planares ¹⁴, ya que tiene ventajas al reducir los problemas que se presentan cuando se traslapan las estructuras (aurículas en ventrículos).

Protocolo de adquisición de la VRIE.

La técnica consiste en observar el bombeo de eritrocitos marcados con Tc-99m en las cavidades cardiacas, evaluando los cambios dinámicos en proyecciones de 45°, 70° y 90°. El marcado de los eritrocitos se realiza al inyectar al individuo la mezcla de perteneclato de sodio con pirofosfato de estaño seguido de la inyección de Tc-99m (marcado *in vivo*). El marcado también puede realizarse al extraer 50 ml de sangre y mezclarla con perteneclato de sodio y pirofosfato de estaño posteriormente reinyectando esta mezcla al paciente (marcado *in Vitro*).

	Reposo	Ejercicio
Radiofármaco	Eritrocitos marcados con Tc-99m	Eritrocitos marcados con Tc-99m
Dosis	20-25 mCi/70 Kg	20-25 mCi/70 Kg
Método de Marcado	In Vitro In vivo Kit Ultra Tag	In Vitro In vivo Kit Ultra Tag
Colimador	Hoyos paralelos Alta resolución	Hoyos paralelos Alta sensibilidad
Tamaño de Pixel	2-3 mm/píxel	2-3 mm/píxel
Ventana de Energía	140 KeV ±10%	140 KeV±10%
Ventana de rechazo de latidos		
Método de adquisición	Modo cuadro	Modo cuadro
Numero de cuadros	16-32 cuadros/ciclo	16-32 cuadros/ciclo
Densidad de cuentas	20,000/cm2	> 2 minutos de adquisición
Proyecciones	Oblicua lateral Izquierda (45°) Anterior (90°) Oblicua Lateral Derecha (70°)	Oblicua lateral Izquierda (45°) Anterior (90°) Oblicua Lateral Derecha (70°)

Tabla 1. Parámetros de adquisición para imágenes de VRIE, de acuerdo a las American Society of Nuclear Cardiology. mCi = milicurie, KeV = kiloelectron Volts.

En la tabla 1, se resumen los parámetros de adquisición de la VRIE de acuerdo a los lineamientos de la American Society of Nuclear Cardiology ¹⁵.

a) Control de calidad. El factor más importante que determina la calidad del estudio de las imágenes de la VRIE es la estadística de cuentas que tiene cada cuadro y en el estudio completo. Estudios con bajas cuentas tienen una pobre relación señal/ruido y son difíciles de interpretar de manera confiable y reproducible. Una vía simple y práctica para verificar si las cuentas en un estudio son adecuadas es verificar el número de cuentas en la imagen de la cavidad ventricular izquierda (con corrección de actividad de fondo) al final de la diástole. En un estudio de 16 cuadros, con fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) mayor de 0.50, la región debe contener al menos 5000 cuentas; en un estudio con una FEVI anormal ($FEVI < 0.45$), la densidad de cuentas debe ser sustancialmente mayor, de al menos 20,000 cuentas.

b) Eficiencia del marcado. Un marcado (etiquetado) de los glóbulos rojos puede ser fácilmente reconocido en las imágenes de la VRIE, como puede ser la acumulación de Tc-99m a nivel de la mucosa del estómago o a nivel de la glándula tiroides.

c) Proyecciones. La proyección oblicua anterior izquierda es la proyección que mejor separa las cavidades ventriculares. El ángulo para obtener la separación óptima puede variar de individuo a individuo. Sobre el ángulo correcto de esta proyección se puede observar una pared septal semi-vertical, la aurícula derecha es parcialmente superior y oculta del ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo esta perfectamente aislado de estructuras adyacentes al miocardio.

Actualmente no sólo se emplea en la evaluación de la función ventricular, ahora es empleada en la evaluación de los patrones de contracción por medio de la imagen de amplitud y de fase ^{16 17}.

Métodos de análisis.

Imagen de fase.

Para la construcción de la imagen de fase se registra la intensidad de cada pixel, de los diferentes cuadros que consta el estudio, para generar la curva de actividad contra tiempo (CAT). En la figura 5 se ilustra la obtención de dos CAT en dos regiones de interés en una serie de k cuadros.

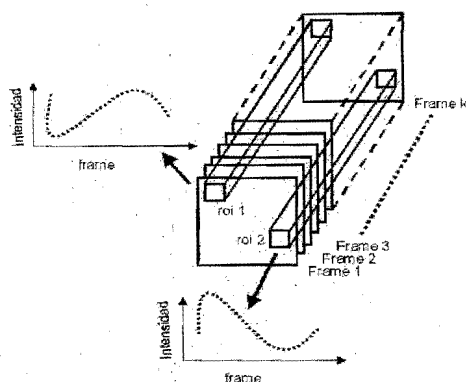


Fig. 7. Ejemplo de dos curvas de actividad contra tiempo (CAT) en una secuencia de imágenes de k cuadros, en dos regiones de interés (roi 1 y roi2).

Asumiendo que cada CAT es periódica, se ajustan a una función coseno y posteriormente se analiza por medio del primer armónico de la transformada de Fourier con el objeto de obtener la magnitud y la fase de todas las curvas ajustadas. Es decir:

Sea $CAT(i,j)$ el valor del pixel (i,j) del k -ésimo cuadro. Dos imágenes, I_{cos} e I_{sen} son calculadas usando las siguientes ecuaciones:

$$I_{cos} = \sum_{k=1}^T \cos \left[\frac{2\pi}{T}(k-1) \right] \times CAT(i,j,k)$$

$$I_{sen} = \sum_{k=1}^T \text{sen} \left[\frac{2\pi}{T}(k-1) \right] \times CAT(i,j,k)$$

La imagen de fase (I_{fase}) y la de amplitud (I_{Amp}) se calculan:

$$I_{fase} = \arctan \left(\frac{I_{sen}(i,j)}{I_{cos}(i,j)} \right) \quad I_{Amp} = \sqrt{I_{cos}(i,j)^2 + I_{sen}(i,j)^2}$$

Cada valor de la imagen de fase es codificado a un color y se despliega en forma de imagen e histograma. La figura 6 ilustra el histograma, la imagen de fase y la imagen de amplitud.

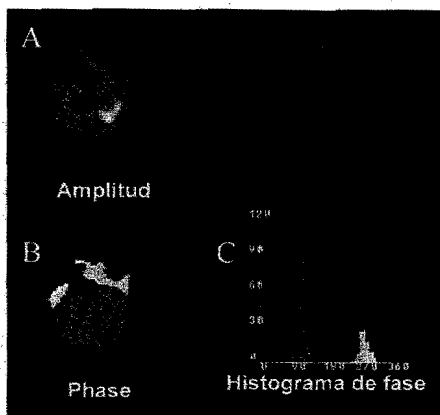


Figura 8. Representación de la imagen de amplitud (A), la imagen de fase (B) y el histograma de fase (C).

El análisis de fase (AF) del ajuste de cada CAT permite evaluar de manera cuantitativa los patrones de contracción en diversas regiones del área cardiaca. El uso del AF en la evaluación de los efectos de las terapias de resincronización de pacientes con una conducción eléctrica anormal ha permitido una optimización en la colocación del marcapasos. Este método de análisis propone analizar el grado de sincronía de contracción de las estructuras cardíacas por medio de la segmentación de las series de tiempo de la VRIE en regiones con características temporales similares¹⁸.

Existe evidencia reciente de la pobre reproducibilidad de las mediciones que son ampliamente aplicadas para determinar la sincronía ventricular por ecocardiograma¹⁹. En cambio el análisis de fase de Fourier tiene una reproducibilidad y exactitud para demostrar la asincronía electromecánica que caracteriza el patrón de contracción de los sujetos con falla cardiaca candidatos a terapia de resincronización²⁰.

Recientemente se está investigando sobre nuevos parámetros en la evaluación de la sincronía ventricular, parámetros de sincronía y entropía han ganado terreno sobre la desviación estándar de los ángulos en el análisis de fase estos parámetros muestran gran exactitud y reproducibilidad, sin embargo faltan estudios que evalúen su impacto en pacientes con resincronización ²¹.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Dado que existen diferentes métodos para valorar la sincronía en la contracción ventricular surge la pregunta:

1. ¿ Existe correlación en el análisis de la sincronía en la contracción ventricular por medio de los métodos de ventriculografía radioisotópica en equilibrio (análisis de fase de Fourier) y ecocardiograma (Modo M, Doppler convencional, Doppler tisular)?

JUSTIFICACIÓN.

La asincronía ventricular es un factor predictor de mortalidad en pacientes con falla cardíaca, dado que la sincronía se puede evaluar por varios métodos es importante conocer si estos métodos tienen correlación en sus resultados. A nuestro conocimiento no existen estudios que verifiquen si existe una correlación entre ellos, es por eso que decidimos estudiar la correlación de la sincronía ventricular por medio de ventriculografía radioisotópica en equilibrio por análisis de fase de Fourier y ecocardiograma por Modo M, Doppler convencional y Doppler tisular.

OBJETIVO GENERAL.

Determinar si existe correlación en la evaluación de la sincronía ventricular por medio de ventriculografía radioisotópica en equilibrio por análisis de fase de Fourier y ecocardiografía por Modo M, Doppler convencional y Doppler tisular.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar los métodos que son empleados en la evaluación de la sincronía intra e interventricular por medio de ecocardiograma y VRIE.
- b) Evaluar si existe correlación en la evaluación de la sincronía intraventricular entre los métodos ecocardiográfico (Modo M) y VRIE.
- c) Evaluar si existe correlación en la evaluación de la sincronía intraventricular entre los métodos ecocardiográfico (Doppler tisular) y VRIE.
- d) Evaluar si existe correlación en la evaluación de sincronía interventricular entre los métodos ecocardiográfico (Doppler pulsado) y VRIE.

HIPÓTESIS NULA

No existe correlación en la evaluación de la sincronía de la contracción ventricular entre la ventriculografía radioisotópica en equilibrio y el ecocardiograma.

HIPÓTESIS ALTERNA

Existe correlación en la evaluación de la sincronía de la contracción ventricular entre la ventriculografía radioisotópica en equilibrio y el ecocardiograma.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- a) Pacientes con miocardiopatía dilatada idiopática.
- b) Que acepten practicarse ventriculografía radioisotópica y ecocardiograma
- c) Autorización para participar en el estudio por escrito.
- d) Pacientes de bajo riesgo menores de 40 años como grupo control.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- a) Pacientes con miocardiopatía dilatada de origen isquémico.
- b) Infarto previo.
- c) Que tengan algún dispositivo de asistencia ventricular.
- d) Presencia de valvulopatía.
- e) Que no se obtenga un adecuado estudio técnicamente.
- f) Presencia de arritmias ventriculares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio.

Este estudio es observacional, comparativo y transversal.

Población de estudio: Se incluyeron 16 pacientes con miocardiopatía dilatada idiopática de acuerdo a las definiciones de la Organización Mundial de la Salud (Grupo I)

Un grupo de 10 sujetos menores de 40 años sin factores de riesgo cardiovascular fué incluido como grupo control (Grupo II). En ambos grupos se practicaron estudio ecocardiográfico y ventriculografía radioisotópica en equilibrio, de acuerdo a los siguientes lineamientos:

Ecocardiografía: Todos los estudios fueron realizados con un sistema ultrasonográfico equipado con un transductor s3 (Sonos 5500). Se realizó ecocardiograma transtorácico y fueron obtenidas imágenes en bidimensional, modo M, Doppler pulsado y continuo de acuerdo a las guías de la Sociedad Americana de Ecocardiografía. La asincronía interventricular se evaluó por el retraso mecánico interventricular, definido como la diferencia de tiempo de los periodos pre-expulsivos entre el ventrículo izquierdo (PPEAo)

y derecho (PPEP), cuando fué mayor o igual a 40ms se consideró indicativo de asincronía interventricular. En modo M se evaluó mediante eje corto paraesternal a nivel de los musculos papilares, el retraso en el movimiento del septum a la pared posterior y un valor mayor a 130ms fué considerado como marcador de asincronía intraventricular. Por medio de Doppler tisular se realizó la medición del pico sistólico en 2 segmentos, comparando el pico sistólico del septum con el de la pared lateral a nivel basal y medio, un retraso \geq 60mseg se consideró indicativo de asincronía intraventricular

Ventriculografía Radioisotópica en Equilibrio: Las imágenes de VRIE se obtuvieron posteriores a la inyección de los eritrocitos marcados con 30-45 mCi de Tc-99m con la técnica de marcado in vitro utilizando el kit de preparación UltraTag®. Las adquisiciones se realizaron en una gamacámara millenium MPR/MPS de GE®, con un colimador de baja energía y alta resolución, de orificios paralelos, sensibilidad de 4-5 kcuentas/s/mCi (Tc-99m); con una matriz de adquisición de 64 x 64 píxeles, el tamaño del píxel menor a 4 mm. El ciclo cardíaco fué dividido en 16 cuadros con 5 millones de cuentas por cuadro, un tamaño de imagen de 64x64 píxeles y la proyección evaluada fué la oblicua anterior izquierda en donde se observó la mejor separación de las cavidades ventriculares. El programa generó automáticamente la imagen de fase, la cuál fué segmentada de manera manual en tres regiones principales: auricular, ventricular derecha y ventricular izquierda y se calcularon los histogramas correspondientes a estas regiones.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión de acorde a la distribución de las variables. Para la correlación fué empleado el coeficiente de correlación r de Pearson de acuerdo a la distribución de la muestra. Se determinó Kappa. Una $p < 0.05$ fué considerada estadísticamente significativa.

RESULTADOS:

Las características generales de los 26 sujetos evaluados mediante ecocardiografía y VRIE, se muestran en la tabla 1.

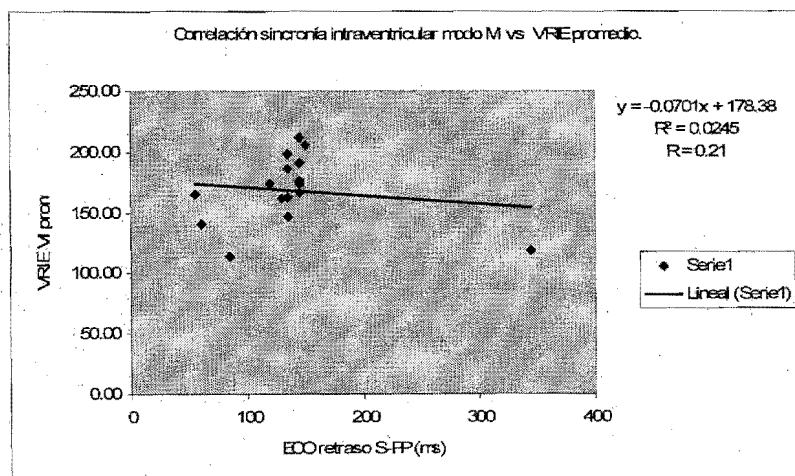
	Pacientes	Controles
	N= 16	N= 10
Edad (años)	44.3 ± 12.3	30.2 ± 1.87
Sexo (H/M)	9/7	6/4
BCRIHH (Si/No)	8/8	--
QRS > 120mseg (Si/No)	8/8	0
DDVI (mm)	70.8 ± 7.48	44.9 ± 4.89
DSVI (mm)	60.6 ± 8.19	28.6 ± 3.89
FEVI Eco (%)	22 ± 4.5	66.3 ± 6.1
FEVI VRIE (%)	24 ± 7.1	57 ± 6.1
Dp/Dt (mseg)	545.9 ± 133.4	--
PPEAo (mseg)	147.81 ± 36.5	69.5 ± 18.7
PPEP (mseg)	100.9 ± 27.7	66.5 ± 18.1
Retraso S-PP modo M (mseg)	138.25 ± 62.95	6 ± 6.15
VRIE vent izq moda (°)	168.69 ± 28.20	131.8 ± 15.1
VRIE vent izq prom (°)	161.69 ± 26.54	132.2 ± 11.32
VRIE VI-VD moda (°)	13.03 ± 12.61	1.96 ± 3.7
VRIE VI-VD prom (°)	10.19 ± 25.60	- 1.80 ± 8.4.

Tabla 1.- Características generales de los grupos.

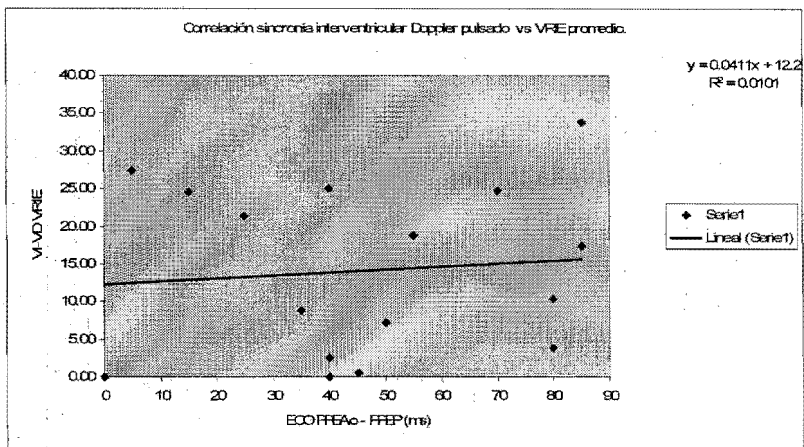
El análisis de fase del ventrículo izquierdo fué expresado en grados, el valor promedio fué $161.69 \pm 26.54^\circ$ para el grupo de pacientes y en el grupo control fué $132.2 \pm 11.32^\circ$ ($p = 0.03$), la moda $168.69 \pm 28.20^\circ$ para el grupo de pacientes y $131.8 \pm 15.1^\circ$ para el grupo control ($p = 0.0001$), para el retraso VI-VD el promedio fué $10.19 \pm 25.60^\circ$ para el grupo de pacientes y $- 1.80 \pm 8.4^\circ$ para los controles ($p = 0.29$), la moda $13.03 \pm 12.61^\circ$ para los pacientes y la moda $1.96 \pm 3.7^\circ$ para el grupo control.

Los valores ecocardiográficos en modo M, el retraso del pico sistólico a la pared posterior del ventrículo izquierdo en promedio fueron $138.25 \pm 62.25\text{ms}$ para el grupo de pacientes y $6 \pm 6.15\text{ms}$ para el grupo control ($p = 0.0001$), por Doppler pulsado el PPEAo promedio fué $147.81 \pm 36.5\text{ms}$ para el grupo de pacientes y $69.5 \pm 18.7\text{ms}$ para el grupo control ($p = 0.0001$), el promedio de PPEP fué $100.9 \pm 27.7\text{ms}$ para el grupo de pacientes y $66.5 \pm 18.1\text{ms}$ para el grupo control ($p = 0.02$). Por Doppler tisular la diferencia en la velocidad de la contracción de los picos sistólicos en septum y pared lateral a nivel basal fué en promedio $58.33 \pm 42.8\text{ms}$ para el grupo de pacientes y $25.5 \pm 23.3\text{ms}$ para el grupo control ($p = 0.036$), a nivel medio el promedio fué $82.08 \pm 77.09\text{ms}$ para el grupo de pacientes y $30 \pm 22.11\text{ms}$ para el grupo control ($p = 0.05$).

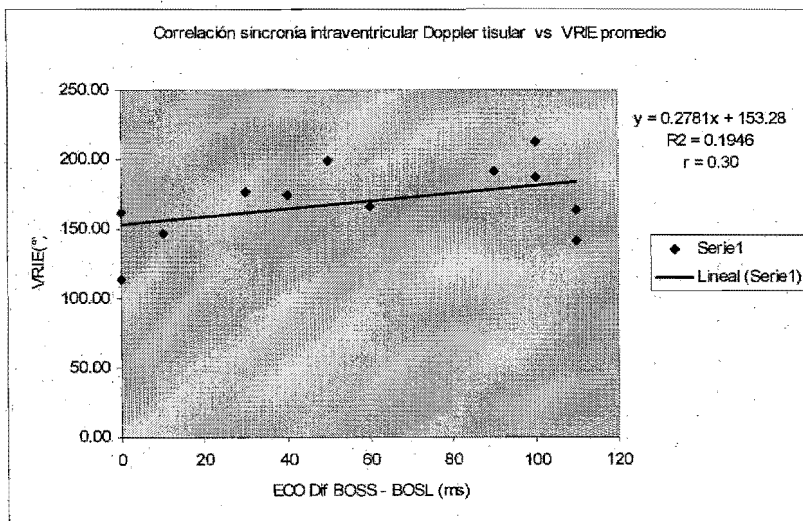
Los resultados de correlación entre el ecocardiograma y la VRIE se analizan en las gráficas 1 a 4.



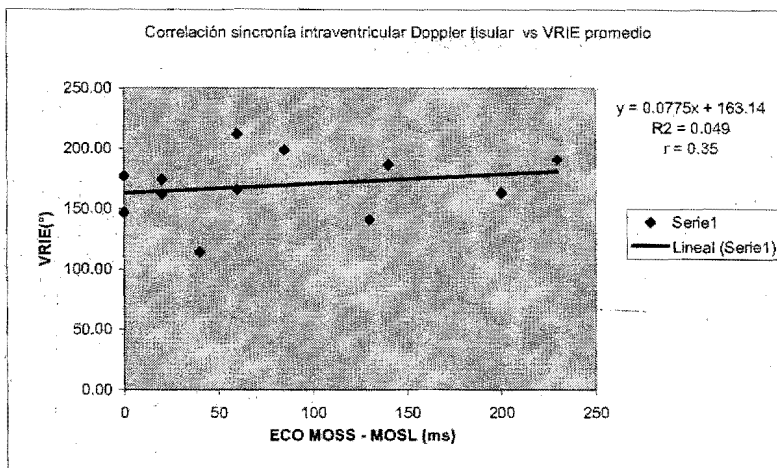
Gráfica 1.- Correlación de Pearson en la evaluación de la sincronía intraventricular por medio ecocardiografía en modo M y VRIE.



Gráfica 2.- Correlación de Pearson en la evaluación de la sincronía interventricular entre Doppler pulsado y VRIE.



Gráfica 3.- Correlación de Pearson en la evaluación de la sincronía intraventricular entre Doppler tisular segmento basal y VRIE.



Gráfica 4.- Correlación de Pearson en la evaluación de la sincronía intraventricular entre Doppler tisular segmento medio y VRIE.

No se encontró correlación en la evaluación de la sincronía inter e intraventricular por los métodos estudiados, el coeficiente de correlación de Pearson tampoco fué significativo cuando se analizaron los métodos ecocardiográficos en relación a la moda del análisis de fase, en la sincronía interventricular por medio de Doppler pulsado vs VRIE ($R = -0.05$), para la sincronía intraventricular por modo M vs VRIE ($R = 0.46$), Doppler tisular segmento basal vs VRIE ($R = 0$), Doppler tisular segmento medio vs VRIE ($R = 0.07$).

Se realizó análisis de correlación en ambos grupos de manera conjunta con lo que se obtuvieron los siguientes resultados, el coeficiente de correlación de Pearson entre el ecocardiograma y la moda del análisis de fase, para sincronía interventricular por medio de Doppler pulsado vs VRIE ($R = 0.35$), en la sincronía intraventricular modo M vs VRIE ($R = 0.77$), Doppler tisular segmento basal vs VRIE ($R = 0.46$), Doppler tisular segmento medio vs VRIE ($R = 0.55$).

Se realizó análisis de correlación Kappa en el grupo de pacientes encontrando una correlación baja. En cuanto al análisis de la sincronía interventricular por Doppler pulsado y VRIE promedio se encontró Kappa = 0.16 IC 95% (-0.61 – 0.28), Doppler pulsado VRIE moda Kappa = 0 IC 95% (- 0.52 – 0.52), el análisis de sincronía intraventricular por modo M y VRIE promedio Kappa = 0.2 IC 95% (-0.41 – 0.81), modo M y VRIE moda Kappa = 0.45 IC 95% (0.07 – 0.98), el análisis de sincronía intraventricular por Doppler tisular y VRIE promedio en el segmento basal Kappa = 0.16 IC 95% (-0.67 – 1.01), Doppler tisular segmento basal y VRIE moda Kappa = 0 IC 95% (- 0.86 – 0.86), el análisis de sincronía intraventricular por Doppler tisular y VRIE promedio en el segmento medio Kappa = 0.22 IC 95% (-0.55 – 1.00), Doppler tisular segmento medio y VRIE moda Kappa = 0.06 IC 95% (- 0.70 – 0.82).

En el grupo control tanto la correlación de Pearson como la Kappa fué 1 en el análisis de la sincronía intra e interventricular por todos los métodos (Modo M, Doppler pulsado y Doppler tisular) cuando se correlacionaron con el análisis de fase de la VRIE.

DISCUSIÓN:

Este estudio demostró que no existe correlación en el análisis de la sincronía de la contracción ventricular por los métodos ecocardiográficos y el análisis de fase de la ventriculografía radioisotópica en equilibrio.

Este análisis es el primero que se hace en la literatura al comparar el ecocardiograma y la VRIE en la evaluación de la sincronía de la contracción ventricular. Estudios previos han demostrado que ambas técnicas, por separado, son útiles en la evaluación de la sincronía ventricular. Sin embargo, estos resultados demuestran que no existe correlación entre ambos métodos.

Estas diferencias pudieran explicarse porque los parámetros utilizados por cada método evalúa índices diferentes de la contracción ventricular. La ecocardiografía evalúa índices específicos y la VRIE índices generales. Sin embargo, ambos métodos demostraron concordancia para diferenciar los sujetos sanos de los enfermos. Aun más, la correlación fué alta cuando se consideraron unicamente al grupo de sujetos sanos.

Esta situación pudiera explicarse por el comportamiento biológico en los sujetos sanos. Es de esperarse que la contracción de estos individuos sea sincrónica y por tanto las diferencias de movimiento entre las paredes del VI sean menores. En consecuencia los índices de medición de la sincronía por ambos métodos tienen menor rango de error. Este fenómeno biológico esta bien demostrado en otros índices de evaluación de la función ventricular.

Hoy día no existe un consenso entre ambas metodologías por lo que es importante desarrollar más estudios al respecto. La mayor parte de la información concerniente a la asincronía ventricular proviene de estudios ecocardiográficos.

Actualmente las guías de resincronización proponen al ecocardiograma como método para evaluar la sincronía ventricular, por lo que es el método más difundido con este propósito, además los estudios sobre todo con la metodología del Doppler tisular han demostrado tener impacto en la predicción de eventos cardiovasculares y por otro lado han demostrado que el Doppler tisular es una guía para poder identificar los pacientes que serán beneficiados con terapia de resincronización ventricular

El análisis de fase de la ventriculografía radioisotópica en equilibrio corresponde a la secuencia relativa y patrón de contracción ventricular durante el ciclo cardiaco, es un proceso computarizado que no es operador dependiente y por lo tanto no está sujeto a variabilidad interobservador, lo cuál le otorga una ventaja a las mediciones realizadas por ecocardiografía.

Este estudio tiene como limitación el no haber realizado variabilidad inter e intra observador, ya que el ecocardiograma es operador dependiente y existe evidencia reciente de la pobre reproducibilidad de las mediciones que son aplicadas para determinar la sincronía ventricular por ecocardiograma.

El tamaño de la muestra es pequeño por lo que puntos dispersos en la mediciones pueden ser un factor confusor y disminuir la correlación.

CONCLUSIONES:

En este estudio se demostró que no existe correlación entre el método ecocardiográfico y el análisis de fase de la ventriculografía radioisotópica en equilibrio en el análisis de la sincronía de la contracción intra e interventricular en sujetos enfermos.

Existe alta correlación en sujetos sanos en el análisis de la sincronía de la contracción intra e interventricular entre el método ecocardiográfico y el análisis de fase de la ventriculografía radioisotópica en equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA:

- ¹ William JF, Bristol MR, Fowler MB, et al. Guidelines for the evaluation and management of the heart failure. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 1995; 92: 2764 – 2784.
- ² Silvet H, Padmanabhan S, Pai R. Increased QRS duration reduces survival in patients with left ventricular dysfunction: results of a cohort of 2263 patients. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 145.
- ³ Hugues Bader, MD, Stephane Garrigue, MD et al. Intra-Left ventricular electromechanical asynchrony. A new independent predictor of severe cardiac events in heart failure patients. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 248-56.
- ⁴ Park RC, Little WC, O'Rourke RA. Effect of alteration of left ventricular sequence on the left ventricular end-systolic pressure-volume relation in closed-chest dog. *Circ Res* 1985; 57: 706-17.
- ⁵ Roleau F, Merheb M, Geffroy S et al. Echocardiographic assessment of the interventricular delay of activation and correlation to the QRS width in dilated cardiomyopathy. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24: 1500-6.
- ⁶ Pitzalis MV, Iacoviello M, Romito R, et al. Cardiac resynchronization therapy tailored by echocardiographic evaluation of ventricular asynchrony. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 1615-22.
- ⁷ Yu CM, Lin H, Zhang Q. High prevalence of left ventricular systolic and diastolic asynchrony in patients with congestive heart failure and normal QRS duration. *Heart* 2003; 89: 54-60.

-
- ⁸ Jeoren J. Bax et al. Ecochardiographic Evaluation of cardiac resynchronization Therapy: Ready for routine clinical use?. *J Am Coll Cardiol* Vol. 44, No 1, July 7, 2004: 1-9.
- ⁹ Bax JJ, Molhock SG, van Erven N, et al. Usefulness of myocardial tissue Doppler echocardiography to evaluate left ventricular dissynchrony before and after biventricular pacing in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2003; 91: 94-7.
- ¹⁰ John Gorcsan et al. Usefulness of Echocardiographic tissue synchronization imaging to predict acute response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol* 2004; 93: 1178-1181.
- ¹¹ Martin Penicka, MD; Jozef Bartunek, MD, PhD, et al. Improvement of left ventricular function after cardiac resynchronization therapy is predicted by Tissue Doppler Imaging Echocardiography. *Circulation*. 2004; 109: 987-983.
- ¹² Kerwin WF, Botvinick EH, O'Connell JW, et al. Ventricular contraction abnormalities in dilated cardiomyopathy: effect of biventricular pacing to correct interventricular dyssynchrony. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1221-7.
- ¹³ Fauchier L, Marie O, Casset-Senon D, Babuty D, Cosnay P, Fauchier JP. Interventricular and intraventricular Dyssynchrony in Idiopathic Dilated Cardiomyopathy. A prognosis study with Fourier phase analysis of radionuclide angioscintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 2002-30.
- ¹⁴ Corbett JR. Tomographic radionuclide ventriculography. Opportunity ignored?. *J Nucl Cardiol*. 1994;1:567.
- ¹⁵ Klocke et al. ACC/AHA/ASNC Guidelines for the clinical use of the cardiac radionuclide imaging. *JACC* 2003; July: 1-69.

- ¹⁶ Botvinick E, Fraix M, Shosa D, et al. An accurate means of detecting and characterizing abnormal patterns of ventricular activation by phase image analysis. *Am J Cardiol* 1982;50: 289-97.
- ¹⁷ Botvinick E, Dunn R, Fraix M, et al. The phase image: its relationship to patterns of contraction and conduction. *Circulation* 1982;65:551-60.
- ¹⁸ Boudraa A, Champier J, Djeali M, Behloul F, Beghdadi A. Analysis of dynamic nuclear cardiac images by covariance function. *Computerized medical imaging and graphic*. 1999;23:181-191.
- ¹⁹ Rose E, Marcus GM, Vilorio EM, Schafer J, De Marco T, Saxon LA, et al. Intraventricular conduction delay does not predict clinical benefit with cardiac resynchronization [abstract]. *Circulation* 2003; 108: IV-628.
- ²⁰ Toussaint JF, Peix A, Lavergne T, Vicente FP, Froissart M, Alonso C, et al. Reproducibility of the ventricular synchronization parameters assessed by multiharmonic phase analysis of radionuclide angiography in the normal heart. *Int J Cardiovasc Imaging* 2002; 18: 187-94.
- ²¹ O'Connell WJ, BS, Carole Schreck, CNMT, Michael Moles, CNMT, et al. A unique method by which quantitative synchrony with radionuclide angiography. *J Nucl Cardiol* 2005, vol 12; 4: 441-50.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**