



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO**

**CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE**

**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SINCRONÍA MECÁNICA  
DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO MEDIANTE ANÁLISIS DE FASE EN  
PACIENTES CON TERAPIA DE RESINCRONIZACIÓN CARDIACA:  
ESTUDIO RETROSPECTIVO”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:**

**GERSON EMMANUEL ORTIZ SUAREZ**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD EN  
CARDIOLOGÍA**

**ASESOR DE TESIS:  
DRA. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ ESCOBAR**

**NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO:  
332.2018**

**CIUDAD DE MÉXICO**

**2019**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

---

**DR. MAURO DISILVIO LOPEZ**  
**SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**  
**CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE**

---

**DR. ENRIQUE GÓMEZ ÁLVAREZ**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE CARDIOLOGIA CLINICA**  
**CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE**

---

**DRA. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ ESCOBAR**  
**ASESOR DE TESIS**  
**CENTRO MÉDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE**

---

**DR. GERSON EMMANUEL ORTIZ SUAREZ**  
**TESISTA**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a Dios porque me ha permitido terminar mi especialidad.*

*Gracias a mis padres por estar conmigo siempre y apoyarme, en cada paso que doy en mi vida.*

*Gracias a todos los que fueron mis compañeros durante estos tres años, ya que se convirtieron en mi familia en la Ciudad de México.*

*Gracias al Dr. Gómez Álvarez quien me acepto en su grupo y a la Dra. Julieta Morales por apoyarme día a día para vivir esta aventura llamada residencia.*

*Dedicado a mi mamá que ha apoyado todas mis locuras.*

## ÍNDICE

HOJA FRONTAL.....	1
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.....	3
INDICE.....	4
RESÚMEN.....	5
ABREVIATURAS.....	6
INTRODUCCION.....	7
ANTECEDENTES.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
JUSTIFICACIÓN.....	12
HIPOTESIS.....	13
OBJETIVOS.....	13
MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	15
TIPO Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	15
RESULTADOS.....	16
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	20
CONCLUSIONES.....	21
HOJA DE RECOLECCION DE DATOS.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23

## RESUMEN

Introducción: La insuficiencia cardiaca es un síndrome causado por una anomalía funcional y/o estructural del corazón que resulta en un gasto cardiaco bajo y/o presiones de llenado elevadas durante el reposo o el ejercicio. La prevalencia es aproximadamente 1-2% aumentando hasta el 10% en la gente mayor de 70 años.

Es habitual encontrar alteraciones de la conducción eléctrica, como bloqueo de rama que conllevan alteración en la secuencia normal de despolarización y contracción ventricular; Cabe señalar que también la asincronía es un fenómeno mecánico por lo que se ha intentado emplear métodos de imagen para caracterizarla.

En el año 2005 fue introducido el análisis de la disincronía mecánica de Ventrículo izquierdo al emplear el análisis de fase través de Gated-SPECT. El análisis de fase se refiere al tiempo de inicio de contracción y sus variaciones con respecto al ciclo cardíaco.

Estudios han demostrado que la terapia de resincronización cardiaca (TRC) mejora los síntomas, la tolerancia al ejercicio, la calidad de vida y la función ventricular.

Asimismo existen algunos estudios pequeños que han mostrado la posibilidad de emplear el análisis de fase para predecir la respuesta a la terapia de resincronización

Objetivo: Demostrar que los parámetros de sincronía mecánica del ventrículo izquierdo (evaluados por Análisis de Fase), en pacientes con insuficiencia cardiaca, se modifican (Mejoran) posterior al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardiaca.

Material y Métodos: Se realizara estudio Retrospectivo, analizando el expediente físico y electrónico de los pacientes del CMN 20 de Noviembre que tengan el diagnostico de Insuficiencia Cardiaca y sean portadores de dispositivo TRC. Se comparara el análisis de fase antes y después del implante de dicho dispositivo.

## ABREVIATURAS

Gated	Gatillado
SPECT	Tomografía por Emisión de Fotón Único
TRC	Terapia de Resincronización Cardíaca
VI	Ventrículo izquierdo
FEVI	Fracción de Expulsión del Ventrículo Izquierdo
IC	Insuficiencia Cardíaca
CF	Clase Funcional
TMO	Tratamiento Médico Óptimo

## INTRODUCCIÓN

### 1. Insuficiencia Cardíaca y Sincronía Ventricular

La insuficiencia cardíaca es un síndrome caracterizado por síntomas típicos (disnea, edema, y fatiga) que se puede acompañar por signos (ingurgitación yugular, congestión pulmonar y edema periférico) causados por una anomalía funcional y/o estructural del corazón que resulta en un gasto cardíaco bajo y/o presiones de llenado elevadas durante el reposo o el ejercicio(1).

La clasificación principal de la insuficiencia cardíaca (IC) se basa en la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (VI), comprendiendo un rango amplio de pacientes, desde aquellos con fracción de expulsión mayor a 50%, denominados así IC con fracción de expulsión preservada, hasta aquellos con fracción de expulsión menor a 40%, denominados así IC con fracción de expulsión reducida. Los pacientes con fracción de expulsión entre 40-49% representan un “área gris”, ahora denominados IC con fracción de expulsión moderadamente reducida. Otro término utilizado es insuficiencia cardíaca avanzada haciendo referencia a pacientes con síntomas graves, descompensación recurrente y grave disfunción ventricular(1).

El término insuficiencia cardíaca es utilizado para describir el cuadro sintomático, siendo este graduado por la clasificación funcional de la New York Heart Association (NYHA) para describir la gravedad de los síntomas y la intolerancia al ejercicio. La gravedad de los síntomas correlaciona poco con el grado de disfunción ventricular, pero tienen una alta correlación con el riesgo de hospitalización y muerte. La etiología de la insuficiencia cardíaca es diversa, no existiendo consenso de un solo sistema de clasificación para dicho síndrome(1).

La prevalencia de Insuficiencia Cardíaca depende de la definición de la misma utilizada, pero es aproximadamente 1-2% en los países desarrollados aumentando hasta el 10% en la gente mayor de 70 años. En una de cada 6 personas mayores de 65 años que se presentan por disnea de esfuerzo, presentan IC no diagnosticada. El riesgo de padecer Insuficiencia Cardíaca a los 55 años es de 33% en los hombres y de 28% en las mujeres(1).

Actualmente la cardiopatía isquémica, la cardiopatía hipertensiva y la cardiopatía dilatada de origen isquémico y no isquémico o idiopática son las principales causas principales de insuficiencia cardíaca. En los países en vías de desarrollo, la mortalidad por esta causa está en aumento y cada vez son mayores los gastos en salud pública que se destinan para el manejo de los pacientes con daño ventricular izquierdo (2).

En los últimos treinta años los avances en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca han incrementado la supervivencia y reducido la frecuencia de hospitalizaciones, pero el beneficio total aun es pobre. A pesar de los adelantos en el tratamiento de esta enfermedad, se conoce que alrededor de la mitad de los pacientes han fallecido a los 4 años después de diagnosticados, pero si su situación clínica es grave, su mortalidad es mayor al 50 % dentro del primer año.

La disfunción cardíaca es la razón para 12 a 15 millones de visitas al médico, y 6,5 millones de días de hospitalización, además de representar de 2-3 % de los ingresos hospitalarios. Los países latinoamericanos se enfrentan ante una epidemia de enfermedad coronaria que ha llevado a un aumento significativo de la incidencia de disfunción cardíaca(3).

En los pacientes con IC la mayoría de las muertes son por causa cardiovascular, principalmente muerte súbita o descompensación de la insuficiencia cardíaca (edema agudo pulmonar)(1)

Hoy en día, se sabe que la disrupción de la secuencia de activación ventricular es el principal factor en el desarrollo de falla cardíaca sintomática en pacientes con cardiopatía dilatada isquémica y no isquémica o idiopática, de tal manera que hasta un 30% de los pacientes con IC avanzada presentarán algún tipo de asincronía cardíaca que condiciona inevitablemente falla cardíaca crónica(1, 4).

Es habitual encontrar alteraciones de la conducción eléctrica en los pacientes portadores de insuficiencia cardíaca crónica, como por ejemplo los bloqueos de rama que conllevan alteración en la secuencia normal de despolarización y contracción ventricular, lo cual a su vez ocasiona mayor deterioro en la función mecánica contráctil del miocardio ya insuficiente; se ocasiona un fenómeno de asincronía que comprende un llenado ventricular deficiente, disminución en la contractilidad así como movimiento anormal del septum; entre los diversos estudios realizados se ha llevado a determinar un punto de corte



en la duración del QRS como mayor de 120 milisegundos, habiéndose visto además como un factor pronóstico en la mortalidad (2, 5).

La duración del complejo QRS no describe adecuadamente el grado de disincronía mecánica en pacientes con Insuficiencia cardíaca y con deterioro de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo. Sin embargo cabe señalar que también la asincronía es un fenómeno mecánico por lo que se ha intentado emplear métodos de imagen para caracterizarla, entre ellas y de forma inicial la ecocardiografía se ha intentado plantear como un método para establecer la ausencia de sincronía sin llegar a ser completamente respaldada por los estudios, sirviendo como ejemplo el estudio PROSPECT (6) publicado en el año 2008 el cual empleo los parámetros ecocardiográficos de asincronía ventricular izquierda.

En el año 2005 fue introducido el análisis de la disincronía mecánica de Ventrículo izquierdo al emplear el análisis de fase través de perfusión miocárdica por Tomografía Computada por Emisión de Fotón Único (Gated-SPECT), lo que permite la evaluación simultánea de la perfusión, la función y el sincronismo (2, 7). Derivan del análisis de la primera armónica de Fourier sobre las variaciones de la actividad de la pared miocárdica. El análisis de fase se refiere al tiempo de inicio de contracción y sus variaciones con respecto al ciclo cardíaco. Aplicado al ventrículo izquierdo, este método mide la homogeneidad de la contracción (sincronía)(8).

Comparándolo con otras modalidades de imagen, el análisis de fase con el SPECT-gatillado ofrece ventajas, como: simplicidad de aplicación del software, disponibilidad, mejor reproducibilidad, aplicabilidad a los datos retrospectivos de estudios previamente realizados, así como la capacidad de evaluar simultáneamente la localización y complejidad de la cicatriz miocárdica(9).

## 2. Análisis de Fase mediante Gated-SPECT

La mayoría de los Gated-SPECT son desarrollados a 8 frames por ciclo cardíaco, lo que permite obtener una adecuada calidad de imagen (resolución especial). Se ha reportado escasa variabilidad en los resultados de análisis de fase obtenidos inter e intraobservador(5, 10).

El análisis de fase se basa en el efecto conocido como de volumen parcial, el que establece que los máximos conteos regionales en el Ventrículo izquierdo en las imágenes de Gated-SPECT son prácticamente proporcionales al grosor de la pared miocárdica en la misma región(11). Por lo tanto, la variación de los conteos máximos regionales durante el ciclo cardíaco representa el engrosamiento sistólico de la pared miocárdica de esa misma región. Si entonces se hace el análisis de fase, las funciones de los armónicos de Fourier permiten aproximar esta variación para medir el inicio de la contracción mecánica (recordar que la primocontracción está relacionada con la primodespolarización)(10).

El análisis de fase de las imágenes del corazón se emplea para la medición de la sincronía ventricular, los estudios preliminares indican la posibilidad de poder distinguir entre pacientes con conducción y función sistólica normal de aquellos con disfunción del Ventrículo Izquierdo, bloqueos de rama o incluso aquellos con marcapasos. Asimismo existen algunos estudios pequeños que han mostrado la posibilidad de emplear el análisis de fase para predecir la respuesta a la terapia de resincronización(11).

Entre las ventajas del análisis de fase se encuentra una función automatizada que emplea mínimamente al operador lo cual lleva a una excelente reproducibilidad, asimismo se puede disponer de información acerca de la viabilidad o remodelado, que también son factores que influyen en la respuesta a la terapia; así pues al ser un método relativamente reciente queda aun mas por estudiar al respecto de su utilidad en la selección de pacientes con insuficiencia cardíaca(12).

El procedimiento es totalmente automático y aplica la primera armónica de Fourier a los puntos del engrosamiento parietal para obtener una línea continua. Los programas más usados para este fin son el *Emory Cardiac Toolbox* (Emory University, Atlanta, Ga, USA) y el *QGS* (Cedars Sinai Medical Center, Los Angeles, Ca,USA). La sincronía mecánica se expresa mediante un histograma que representa la distribución de pixeles de la imagen según su valor de ángulo de fase; del histograma se calculan dos parámetros principales que lo caracterizan: A) el desvío estándar de la fase (DSF), que representa el desvío estándar del ICM y B) el ancho de banda del histograma (ABH), definido como el ancho del histograma que incluye el 95 % de los pixeles representados en el mismo; ambos valores aumentan en proporción al grado de disincronía mecánica del VI. Otros parámetros de menor utilidad clínica son la asimetría y la curtosis. El histograma se muestra en un sistema de coordenadas; en el eje X se representa el ciclo cardíaco de 0° a 360°; en pacientes con frecuencia cardíaca conocida, se puede

convertir a milisegundos (ms). En el eje Y se representa la frecuencia en que aparecen los valores de fase en cada sector del miocardio, o sea el porcentaje de pixeles que varían su conteo (se “contraen”) en cada intervalo del ciclo cardíaco . La expresión gráfica se acompaña además de “mapas polares” en lo que se muestra el volumen ventricular en una forma bidimensional, de manera similar a lo utilizado para evidenciar topográficamente los cambios de perfusión; en este caso, se asigna un color a cada intervalo de fase

La secuencia del estudio del análisis de fase se inicia con la adquisición de un estudio de SPECT gatillado (Gated-SPECT) de perfusión miocárdica en condiciones basales (aunque puede ser usado un estudio de estrés); los datos son reconstruidos en forma estándar mediante algoritmos de retroproyección filtrada o iterativos y reorientados para generar imágenes gatilladas de eje menor. Entonces, todas las imágenes de eje menor son identificadas y evaluadas en formato 3D para determinar las máximas cuentas regionales; como el cambio en las cuentas máximas es proporcional al engrosamiento regional del miocardio, es posible generar una imagen 3D a partir de todos los cortes tomográficos de eje menor representando así el engrosamiento parietal de la totalidad del ventrículo(2, 13).

Chen et al. determinaron los límites normales para los diferentes parámetros del histograma en 45 varones y 45 mujeres normales, asintomáticos desde el punto de vista cardiovascular y con una probabilidad <5% de padecer EC(8).

### 3. Terapia de Resincronización Cardíaca (TRC)

A pesar del tratamiento farmacológico óptimo, muchos pacientes con insuficiencia cardíaca tienen síntomas graves y persistentes y su pronóstico es peor. Algunos pacientes tienen regiones de activación y contracción tardía en el corazón provocando asincronía ventricular.

Estudios han demostrado que la terapia de resincronización cardíaca (TRC) mejora los síntomas, la tolerancia al ejercicio, la calidad de vida y la función ventricular(4).

Diversas observaciones han llevado al desarrollo de dispositivos de estimulación que buscan actuar sobre ambos ventrículos con resultados positivos sobre la calidad y pronóstico de vida de los pacientes, todos respaldados por diversos estudios aleatorizados con grandes números de pacientes siendo los más importantes los estudios MIRACLE, MUSTIC Y CARE HF los cuales arrojaron datos favorables sobre este tipo de terapia(4).

El estudio PROSPECT publicado en el año 2008 el cual empleo los parámetros ecocardiográficos de asincronía para mejorar la selección de los pacientes para la terapia de resincronización en un estudio multicéntrico y prospectivo en 53 centros a lo largo del mundo, sin poder concluir que alguna medición pueda ser útil o recomendable para mejorar la selección más allá de los criterios ya definidos por las guías internacionales(6).

Sin embargo se ha visto que la presencia de desincronización mecánica es mejor predictor de respuesta efectiva al tratamiento con TRC. Para lo cual se han utilizado los estudios de medicina nuclear(12).

Las más recientes guías sobre diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca de la Sociedad Europea de Cardiología consideran este tipo de terapia como con indicación:

- Clase I-A: pacientes sintomáticos a pesar de tratamiento médico óptimo y que estén en ritmo sinusal con QRS mayor a 150 mseg y bloqueo de rama izquierda del haz de his y FEVI menor a 35%(1).
- Clase I-B: pacientes sintomáticos a pesar de tratamiento médico óptimo y que estén en ritmo sinusal con QRS de 130-140 mseg y bloqueo de rama izquierda del haz de his y FEVI menor a 35%(1).
- Clase I-A: se recomienda TRC en lugar de estimulación de ventrículo derecho en pacientes con IC con fracción de expulsión reducida independientemente de la clase funcional (NYHA) en pacientes con indicación para marcapasos ventricular (esto incluye pacientes con fibrilación auricular)(1)

La actualización del 2017 de la guía de tratamiento para insuficiencia cardíaca de ACC/AHA/HFSA:

- Clase I: pacientes con insuficiencia cardíaca en clase funcional NYHA II-IV, FEVI menor a 35%, ritmo sinusal con QRS mayor a 150 mseg con bloqueo de rama izquierda del haz de his(14).

Asimismo existen algunos estudios pequeños que han mostrado la posibilidad de emplear el análisis de fase para predecir la respuesta a la terapia de resincronización(11).

## ANTECEDENTES

La insuficiencia cardiaca es un síndrome caracterizado por síntomas típicos (disnea, edema, y fatiga) que se puede acompañar por signos (ingurgitación yugular, congestión pulmonar y edema periférico) causados por una anomalía funcional y/o estructural del corazón, que resulta en un gasto cardiaco bajo y/o presiones de llenado elevadas durante el reposo o el ejercicio.

La clasificación principal de la insuficiencia cardiaca (IC) se basa en la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (VI), comprendiendo un rango amplio de pacientes, desde aquellos con fracción de expulsión mayor a 50%, denominados así IC con fracción de expulsión preservada, hasta aquellos con fracción de expulsión menor a 40%, denominados así IC con fracción de expulsión reducida. Los pacientes con fracción de expulsión entre 40-49% representan un “área gris”, ahora denominados IC con fracción de expulsión moderadamente reducida. Otro termino utilizado es insuficiencia cardiaca avanzada haciendo referencia a pacientes con síntomas graves, descompensación recurrente y grave disfunción ventricular.

El termino insuficiencia cardiaca es utilizado para describir el cuadro sintomático, siendo este graduado por la clasificación funcional de la New York Heart Association (NYHA) para describir la gravedad de los síntomas y la intolerancia al ejercicio. La gravedad de los síntomas correlaciona poco con el grado de disfunción ventricular, pero tienen una alta correlación con el riesgo de hospitalización y muerte. La etiología de la insuficiencia cardiaca es diversa, no existiendo consenso de un solo sistema de clasificación para dicho síndrome(1).

En un estudio previamente realizado en el CMN 20 de Noviembre en 2015 como tesis de posgrado, se analizaron 100 pacientes, con estudio de GATED SPECT.

La evaluación de la disincronía a través del análisis de fase utiliza diferentes variables para cuantificar la heterogeneidad del momento de la contracción mecánica. Una de estas variables es el Ancho de Banda del Histograma que incluye al 95% de esa distribución medida en grados. Otra forma de medir la dispersión de la contracción es calculando el Desvío Estándar (DS) de la media y la Entropía.

La sincronía mecánica se expresa mediante un histograma que representa la distribución de pixeles de la imagen según su valor de ángulo de fase este histograma es relativamente estrecho, simétrico y alto, con un único pico máximo(15).

El análisis de fase por Gated-SPECT es una técnica para valorar la disincronía mecánica del ventrículo izquierdo. Su mayor aplicación clínica es para optimizar la terapia de resincronización cardiaca en pacientes con insuficiencia cardiaca. El análisis de fase brinda información de los parámetros de sincronía ventricular con alto grado de reproducibilidad(7).

tanto el histograma como la desviación estándar pueden ser usados para predecir la respuesta a la terapia de resincronización cardiaca, con una sensibilidad del 70% y una especificidad de 74%(11, 13).

Atchley et. al. sugirieron que los pacientes con disfunción ventricular izquierda leve a moderada tenían grados significativos de disincronía mecánica. Para lo cual compararon pacientes con FEVI 35-50% con pacientes con FEVI menor a 35% y con un grupo control (FEVI mayor a 55%). Encontrando que los pacientes con disfunción moderada tenían mayor grado de disincronía que los controles; y los pacientes con disfunción ventricular grave, tenían mayor grado de asincronía que los pacientes con disfunción moderada. Hubo 73 pacientes con FEVI de 35-50% y QRS menor de 120 mseg de duración, de los cuales 21 (28.8%) tuvieron asincronía mecánica(16, 17).

actualmente el análisis de sincronía del ventrículo izquierdo es evaluada principalmente por ecocardiografía y doppler tisular. La información sobre sincronía puede ser obtenida mediante análisis de

fase por SPECT.

El ancho de banda y la desviación estándar del análisis de fase, correlacionan bien con los parámetros de sincronía evaluado por doppler tisular ( $r$  0.89,  $p$  0.0001 and  $r$  0.80,  $p$  0.0001, respectively), por lo que Henneman et. al. Concluyen que: la asincronía del ventrículo izquierdo Evaluada por SPECT y análisis de fase, correlaciona bien con los datos obtenidos por doppler tisular(18, 19).

El uso Medicina Nuclear para evaluar pacientes con TRC tiene ciertos beneficios potenciales , incluido su automaticidad , reproducibilidad y disponibilidad. Tanto los métodos de VRIE como IMP por SPECT gatillado pueden ser utilizado como una herramienta para analizar el comportamiento dinámico de los ventrículos; como un método de seguimiento, control y estratificación del pronóstico de los sujetos que se encuentren bajo una TRC; y como una herramienta que permita aumentar la sensibilidad en la detección de sujetos que serán beneficiados de un tratamiento que intente compensar los efectos de la insuficiencia cardíaca.

La aplicación directa de los resultados generados por éstos dos métodos de Medicina Nuclear permitirá plantear nuevos esquemas u optimizar las terapias de resincronización cardiaca sea farmacológica o mediante dispositivos implantados quirúrgicamente (12).

El siguiente estudio estableció como parámetros de normalidad de la sincronía del ventrículo izquierdo mediante análisis de fase los siguientes parámetros:

pico máximo ( $134.5^\circ \pm 14.3^\circ$  para hombres y  $140.2^\circ \pm 14.9^\circ$  para mujeres), desviación estándar ( $14.2^\circ \pm 5.1^\circ$  para hombres y  $11.8^\circ \pm 5.2^\circ$  para mujeres), ancho de banda ( $38.7^\circ \pm 11.9^\circ$  para hombres y  $30.6^\circ \pm 9.6^\circ$  para mujeres)(8).

El análisis de fase de los estudios de Gated SPECT de perfusión miocárdica en reposo es un método que puede predecir la respuesta a la TRC y sus resultados son comparables con la ecocardiografía 2D-EDT y ECO-3D. Debe tenerse en cuenta que las mediciones Ecocardiográficas requieren de una gran experiencia del observador para generar resultados reproducibles, mientras que el análisis de fase del Gated SPECT es automático y de gran reproducibilidad intra e interobservador, pudiendo incluso ser aplicado a datos retrospectivos. Sin embargo, aún se requieren estudios adicionales que involucren poblaciones mayores para que el método sea incluido en la rutina clínica de evaluación de pacientes con IC candidatos a TRC(20).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La prevalencia de IC depende de la definición de la misma utilizada, pero es aproximadamente 1-2% en los países desarrollados aumentando hasta el 10% en la gente mayor de 70 años. En una de cada 6 personas mayores de 65 años que se presentan por disnea de esfuerzo, presentan Insuficiencia Cardíaca no diagnosticada. El riesgo de padecer IC a los 55 años es de 33% en los hombres y de 28% en las mujeres.

En los últimos treinta años los avances en el tratamiento e la insuficiencia cardiaca a incrementado la sobrevida y reducido la frecuencia de hospitalizaciones, pero el beneficio total aun es pobre.

El estudio ESC-HF pilot study demostró que la mortalidad por cualquier causa en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada fue de 17% y en IC estable fue de 7% a 12 meses. Así como la tasa de hospitalización a 12 meses en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada fue 44% y compensada fue de 32%.

En los pacientes con Insuficiencia Cardíaca la mayoría de las muertes son por causa cardiovascular, principalmente muerte súbita o descompensación de la insuficiencia cardiaca (edema agudo pulmonar) (1)

Actualmente la cardiopatía isquémica, la cardiopatía hipertensiva y la cardiopatía dilatada de origen isquémico y no isquémico o idiopática son las principales causas principales de insuficiencia cardiaca. En los países en vías de desarrollo, la mortalidad por esta causa está en aumento y cada vez son

mayores los gastos en salud pública que se destinan para el manejo de los pacientes con daño ventricular izquierdo(2)

A pesar de los adelantos en el tratamiento de esta enfermedad, se conoce que alrededor de la mitad de los pacientes han fallecido a los 4 años después de diagnosticados, pero si su situación clínica es grave, su mortalidad es mayor al 50 % dentro del primer año.

La disfunción cardíaca es la razón para 12 a 15 millones de visitas al médico, y 6,5 millones de días de hospitalización, además de representar de 2-3 % de los ingresos hospitalarios. Los países latinoamericanos se enfrentan ante una epidemia de enfermedad coronaria que ha llevado a un aumento significativo de la incidencia de disfunción cardíaca(3).

En México hay 750,000 pacientes que viven con insuficiencia cardíaca y el problema va en aumento. Se calcula que 75,000 pacientes adicionales tendrán insuficiencia cardíaca cada año.

Desde ya hace una década, la terapia de resincronización cardíaca se encuentra aprobada e indicada para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca crónica en pacientes sintomáticos en clase funcional III o IV, fracción de eyección menor de 35% o una duración del QRS mayor a 150 milisegundos; esto debido a que los estudios han demostrado mejoría en los puntos primarios de la calidad de vida, clase funcional de acuerdo a la clasificación de la New York Heart Association, capacidad de ejercicio incluyendo la distancia en la caminata de 6 minutos, fracción de eyección y mortalidad para pacientes que reciben la terapia de resincronización además de la terapia medica optima con escaso número de complicaciones graves(4)

Los estudios también han demostrado que la medición de la asincronía mecánica ventricular izquierda puede ser un mejor predictor de la respuesta al tratamiento a la terapia de resincronización mientras que la duración del QRS puede no reflejar adecuadamente el grado de asincronía mecánica presente a pesar de que en la mayoría de los estudios se ha empleado este como criterio de selección, incluyendo preferentemente la presencia de bloqueo de rama izquierda o inclusive el bloqueo de rama derecha, si bien se considera que mientras mas prolongado se encuentra el QRS podría indicar mejor respuesta a la terapia(2, 4, 8)

## JUSTIFICACIÓN

En la Clínica de Insuficiencia Cardíaca del Centro Medico Nacional 20 de Noviembre existe un porcentaje de pacientes que a pesar de tratamiento medico optimo, plan adecuado de nutrición, terapia psicológica, protocolo de rehabilitación cardíaca y Terapia de resincronización cardíaca continúan en clase funcional III-IV de NYHA. Esto puede ser debido a que a pesar de presentar sincronía eléctrica pueden continuar con asincronía mecánica.

Con el análisis de fase por método de Fourier mediante Gated-SPECT se puede identificar si estos pacientes con sincronía eléctrica y que continúan con clase funcional deteriorada, actualmente presentan asincronía mecánica.

Debido a que la terapia de resincronización supone un gasto institucional mas elevado que el tratamiento medico tradicional, así como al no ser un procedimiento exento de riesgos ha sido necesario tratar de seleccionar que pacientes serán los que más se beneficien de la terapia de resincronización, En el centro hospitalario (CMN 20 de Noviembre ISSSTE) se ha utilizado la ecocardiografía Doppler, ecocardiografía con doppler tisular, así como la ecocardiografía 3D con la finalidad de mejorar la detección de asincronía mecánica del ventrículo izquierdo, esto previo al implante del dispositivo (TRC), así como tiempo después para optimización de la terapia de resincronización en los pacientes que presentaban pobre respuesta, nula respuesta o incluso deterioro posterior al implante del dispositivo (TRC).

Es importante señalar que a pesar de que las indicaciones clásicas para resincronización se dirigen fundamentalmente a pacientes con fracción de expulsión menor a 35% y bloqueo completo de rama izquierda del haz de his con duración de QRS mayor a 120 mseg, se requiera mayor información para la implantación del dispositivo (sitio de implantación). En trabajos previos (tesis para obtener el grado de subespecialista en Cardiología) se establecieron los valores de normalidad(15) del análisis de fase por Gated-SPECT en el CMN 20 de Noviembre. Hasta estos momentos no se cuenta con una completa

descripción de la sincronía mecánica empleando el análisis de fase en nuestra población de pacientes con insuficiencia cardiaca con tratamiento medico optimo y portadores de TRC con el dispositivo Gated-SPECT Symbia disponible en el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre.

## **HIPÓTESIS**

Los parámetros de sincronía mecánica del ventrículo izquierdo, en pacientes con insuficiencia cardiaca, se modifican (Mejoran) posterior al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardiaca.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluación de los parámetros de sincronía mecánica del ventrículo izquierdo mediante análisis de fase en pacientes con terapia de resincronización cardiaca: Estudio retrospectivo.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1.- Identificar si existe modificación en los parámetros de sincronía mecánica del ventrículo izquierdo, evaluados por análisis de fase mediante Gated-SPECT, posterior al implante del dispositivo de resincronización Cardiaca (TRC).
- 2.- Identificar si existe modificación hacia la normalidad en los parámetros de sincronía mecánica del ventrículo izquierdo, evaluados por análisis de fase mediante Gated-SPECT, posterior al implante del dispositivo de resincronización Cardiaca (TRC).
- 3.- Evaluar si existe modificación en el histograma del análisis de fase mediante Gated-SPECT, posterior al implante del dispositivo de resincronización Cardiaca (TRC).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Después de la autorización por los comités de investigación, ética y bioseguridad, se desarrolló un estudio Transversal, Retrospectivo, Observacional, Descriptivo que incluyó pacientes atendidos por la clínica de insuficiencia cardíaca y clínica de marcapasos del CMN 20 de Noviembre entre 2016 y 2018, que sean portadores de Terapia de Resincronización Cardíaca y que cuenten con estudio de perfusión miocárdica antes y después del implante de dispositivo de resincronización cardíaca en el expediente clínico físico y/o electrónico (SIAH) del hospital.

### Criterios de Selección

Criterios de inclusión:

- Expediente clínico de pacientes adultos hombres y mujeres, pertenecientes a la clínica de insuficiencia cardíaca del CMN 20 de Noviembre y que sean portadores de Terapia de resincronización cardíaca.
- Expediente clínico de pacientes que cuenten con estudio de Gated-SPECT previo al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardíaca.
- Expediente clínico de pacientes que cuenten con estudio de Gated-SPECT posterior al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardíaca.

Criterios de Exclusión:

- Expediente clínico de pacientes que no cuenten con estudio de Gated-SPECT previo al implante de TRC.
- Expediente clínico de pacientes que no cuenten con estudio de Gated-SPECT posterior al implante de TRC.
- Gated-SPECT previo o posterior al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardíaca con control de calidad inadecuado para ser evaluado por Análisis de Fase.

Criterios de eliminación:

4. Expediente clínico que NO cuente con la información necesaria:
  - a. Previo al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardíaca
    - i. Etiología de la insuficiencia cardíaca.
    - ii. Clase funcional NYHA.
    - iii. Electrocardiograma.
    - iv. Ecocardiograma.
    - v. Estudio de perfusión miocárdica Gated-SPECT.
    - vi. Prueba de caminata de 6 minutos.
  - b. Valoración por clínica de insuficiencia y/o clínica de marcapasos posterior al implante de dispositivo de Terapia de Resincronización Cardíaca.
    - i. Clase funcional NYHA.
    - ii. Electrocardiograma.
    - iii. Ecocardiograma.
    - iv. Estudio de perfusión miocárdica Gated-SPECT.
    - v. Prueba de caminata de 6 minutos.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Para la captura de datos y elaboración de base de datos se utilizó el programa Microsoft Excel para Mac versión 2011.

Se emplearon técnicas básicas de estadística descriptiva como media y desviación estándar, Utilizamos el programa estadístico SPSS versión 21.0 para Mac. Las variables continuas se realizaron utilizando prueba de la t de Student y las variables categóricas se compararon usando Chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher con pruebas de ANOVA de 1 y 3 vías. Consideramos significancia estadística con una  $p < 0.05$ .

### **Tipo de muestreo:**

No probabilístico, Muestreo por Conveniencia:

1. El número de dispositivos TRC implantados en el CMN 20 de Noviembre es aproximadamente de 15 dispositivos por año, de los cuales no todos los pacientes fueron estratificados con estudio de perfusión miocárdica (Gated-SPECT) para descartar isquemia miocárdica previo al implante del dispositivo, ya que nuestra institución cuenta con una gama amplia de estudios que pueden ser empleados para este fin (con similar sensibilidad y especificidad), un alto porcentaje son estratificados mediante prueba de esfuerzo en banda sin fin, angiogramografía de arterias coronarias, ecocardiograma estrés con dobutamina, o cateterismo de arterias coronarias epicárdicas.
2. De los dispositivos de Terapia de Resincronización Cardíaca que se implantan en el CMN 20 de Noviembre y que fueron estratificados mediante Gated-SPECT previo al implante del TRC, no a todos se les da seguimiento y evaluación de la fracción de expulsión en el tiempo mediante Gated-SPECT, ya que nuestra institución cuenta con una gama amplia de estudios que pueden ser empleados para este fin (con similar sensibilidad y especificidad), se eligen según el criterio del médico tratante Ecocardiograma, angiogramografía de corazón o Resonancia Magnética Nuclear de Corazón.
3. De los pacientes que cuentan con estudio de perfusión miocárdica antes y después del implante de TRC, no todos cumplieron el control de calidad para realizar un post-proceso de los datos y someterlos a análisis de fase.
4. Tomando en cuenta que no todos los expedientes clínicos cuentan con toda la información requerida.

### **Tamaño de Muestra**

El cálculo del tamaño de la muestra se realiza a conveniencia del investigador, tomando en cuenta el número de dispositivos TRC implantados en el CMN 20 de noviembre, cuantos de ellos cuentan con la información necesaria en el expediente clínico físico y/o electrónico (SIAH).

Se incluirán todos los pacientes que presenten las características de los criterios de inclusión.



## RESULTADOS

Se procedió a la revisión de base de datos del servicio de electrofisiología del CMN 20 de Noviembre, iniciando el filtro de búsqueda para dispositivos de Terapia de Resincronización Cardíaca implantados entre 2016 y 2018, arrojando un primer resultado de 35 dispositivos.

Posteriormente se revisaron los 35 expedientes antes mencionados, tanto el expediente electrónico (SIAH) como el expediente clínico en físico, en búsqueda de que tuvieran la información necesaria para nuestro estudio siendo esta: sexo, Edad, Origen de la Cardiopatía dilatada, Electrocardiograma previo al implante del TRC, Clase funcional NYHA previa y posterior al implante del dispositivo, Ecocardiograma transtorácico completo antes y después del implante del dispositivo, y el objetivo de nuestra investigación, que tuviera registrado un estudio de perfusión miocárdica antes y después del implante del TRC. Una vez que se revisaron los expedientes se identificó solo 15 expedientes que cumplieran con los requisitos para ser incluidos en nuestro estudio.

Al contar con el número de Expediente de los pacientes, se realizó una búsqueda en la base de datos del Symbian de Medicina Nuclear, para encontrar los estudios antes mencionados y realizar el pos-procesamiento de datos mediante la herramienta de ANALISIS DE FASE. Uno de los pacientes no se encontró el estudio basal (probable mal grabado en el disco duro) y dos de los restantes fueron clasificados como de "mala Calidad" por el Médico Nuclear del servicio para poder ser procesados, motivo por el cual se tuvieron que excluir estos 3 pacientes, continuando el estudio con un número de 12 expedientes los cuales contenían la información mínima necesaria.

Encontrando como características basales (Tabla 1) de nuestra población que el 66% fueron hombres, con una media de edad de 67.5 años, y distribución de 50% para MCPD isquemia y 50% MCPD idiopática, en el electrocardiograma basal (previo a TRC) se documentó que todos presentaban trastorno de conducción intraventricular de tipo bloqueo de rama izquierda del haz de His con duración de QRS de 157.5 milisegundos. El 58% presentaban clase funcional NYHA III y el 42% NYHA II. La Fracción de expulsión por Ecocardiograma transtorácico fue de 28.25% y por SPECT de 34.33% (Gráfica 1).

Tabla 1.- Características Clínicas Basales.

<b>n= 12</b>	<b>Parámetros Basales.</b>
<b>Hombres</b>	8 (66%)
<b>Edad (años)</b>	67.5 (+/-8.56)
<b>MCPD Idiopática</b>	6 (50%)
<b>MCPD Isquémica</b>	6 (50%)
<b>QRS ms</b>	157.5 (+/-34.67)
<b>Clase Funcional</b>	
<b>NYHA III</b>	7 (58%)
<b>NYHA II</b>	5 (42%)
<b>FEVI-Ecocardiograma (%)</b>	28.25 (+/-7.67)
<b>FEVI-SPECT(%)</b>	34.33 (+/-19.75)

NYHA: New York Heart Association.

FEVI: Fracción de expulsión del Ventrículo Izquierdo.

SPECT: Tomografía por Emisión de Fotón Único.

Se procedió a realizar el pos-procesamiento de los estudios de perfusión miocárdica basales (previo al implante de TRC) mediante la herramienta de "Fase" del Symbian, y se expuso el resultado en grados (Tabla2), en donde el ancho de banda basal fue de 107° con Entropía de 64.9. siendo estos resultados claramente mayores a los reportados como parámetros de normalidad para la población de CMN 20 de Noviembre.

Tabla 2.- Análisis de Fase Basal.

<b>Análisis de Fase.</b>	
<b>Ancho de Banda</b>	107 (+/-49)
<b>Desviación Estándar</b>	31.9 (+/-18.05)
<b>Promedio</b>	140.5 (+/-15.25)
<b>Entropía</b>	64.9 (+/-10.11)

Se inicio por analizar las características clínicas así como la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo antes y después del implante del dispositivo de Terapia de Resincronización Cardíaca, para documentar en primera instancia si clínicamente haba sido o no efectiva dicha terapia (Tabla 3), encontrando que previo al implante de TRC el 100% de los pacientes presentaban clase funcional por NYHA entre II y III, lo cual presento un cambio estadísticamente significativo tras el implante del dispositivo encontrándose que el 66% de los paciente presentaban clase funcional NYHA I ( $p < 0.05$ ), y 0% presentaban clase funcional III con lo cual se pudo concluir mejoría clínica.

De igual manera se evaluó la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo y e comparo basal contra posterior al implante del TRC, documentándose por ecocardiograma transtorácico un incremento en la FEVI de 11.17% y siendo este incremento estadísticamente significativo, sin embargo el análisis de la Fracción de expulsión mediante SPECT presento un incremento únicamente de 0.67% ( $p = 0.65$ ) con una media de FEVI post-TRC de 35%.

Tabla 3.- Parámetros clínicos antes y después de TRC.

	<b>Parámetros Basales.</b>	<b>Posterior a TRC</b>	<b>Significancia</b>
<b>Clase Funcional</b>			
<b>NYHA III</b>	7 (58%)	0 (0%)	<0.05
<b>NYHA II</b>	5 (42%)	4 (34%)	0.43
<b>NYHA I</b>	0 (0%)	8 (66%)	<0.05
<b>FEVI-Ecocardiograma (%)</b>	28.25 (+/-7.67)	39.42 (+/-13.32)	<0.05
<b>FEVI-SPECT(%)</b>	34.33 (+/-19.75)	35.0 (+/-18.98)	0.65

NYHA: New York Heart Association.

FEVI: Fracción de expulsión del Ventrículo Izquierdo.

SPECT: Tomografía por Emisión de Fotón Único.

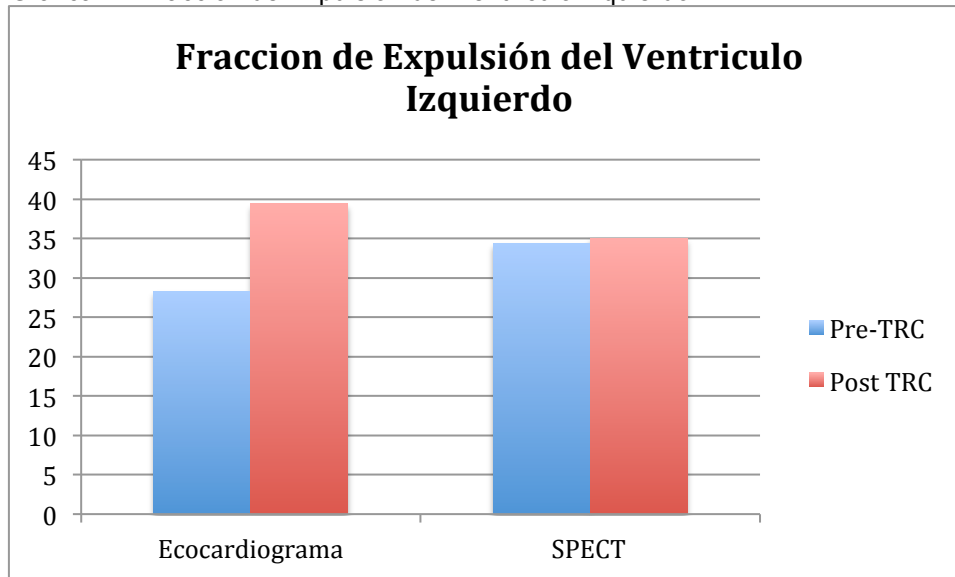
Tabla 4.- Análisis de Fase, antes y después de TRC.

	Previo a TRC	Posterior a TRC	Significancia
<b>Ancho de Banda</b>	107 (+/-49)	112.50 (+/-55.30)	0.200
<b>Desviación Estándar</b>	31.9 (+/-18.05)	27.0 (+/-16.98)	0.062
<b>Promedio</b>	140.5 (+/-15.25)	158.7 (+/-55.0)	0.120
<b>Entropía</b>	64.9 (+/-10.11)	61.75 (+/-10.93)	0.087

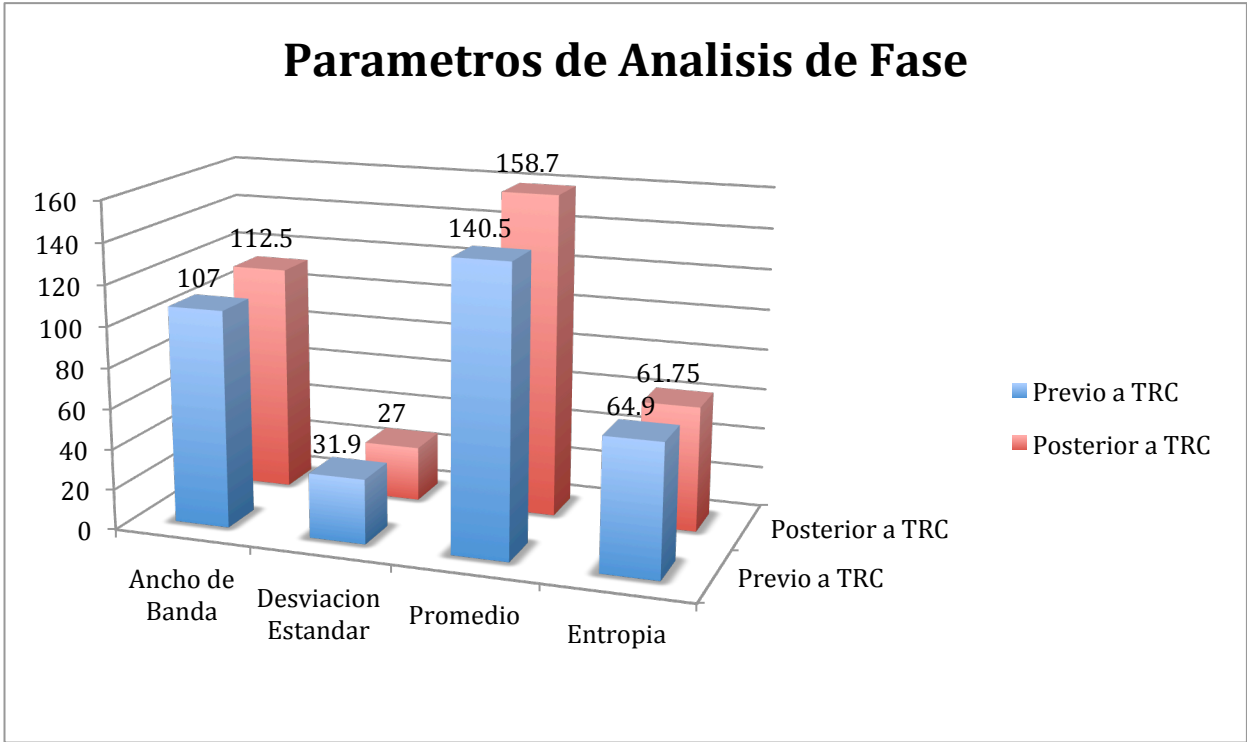
Una vez que se documentó que clínicamente había sido efectiva la Terapia de Resincronización Cardíaca, se procedió a evaluar los parámetros del Análisis de Fase comparándolos previos con los parámetros posterior al implante de TRC (Tabla 4). En donde se documentó que en cuanto a los parámetros de Ancho de Banda y de Promedio no hubo un cambio significativo permaneciendo relativamente estables antes y después.

Se encontró un cambio favorable en cuanto a dos parámetros evaluados. El parámetro de desviación estándar presentó una reducción de 4.9 puntos posterior al implante del TRC, esto con tendencia a la significancia estadística presentando una  $p=0.062$ . el segundo parámetro que presentó un cambio favorable fue el de entropía el cual igualmente presentó una disminución, siendo esta de 64.9 previo al implante hasta alcanzar 61.75 posterior al implante de TRC siendo este cambio de 3.15 puntos, y esto igualmente con tendencia a la significancia estadística con  $p=0.087$ .

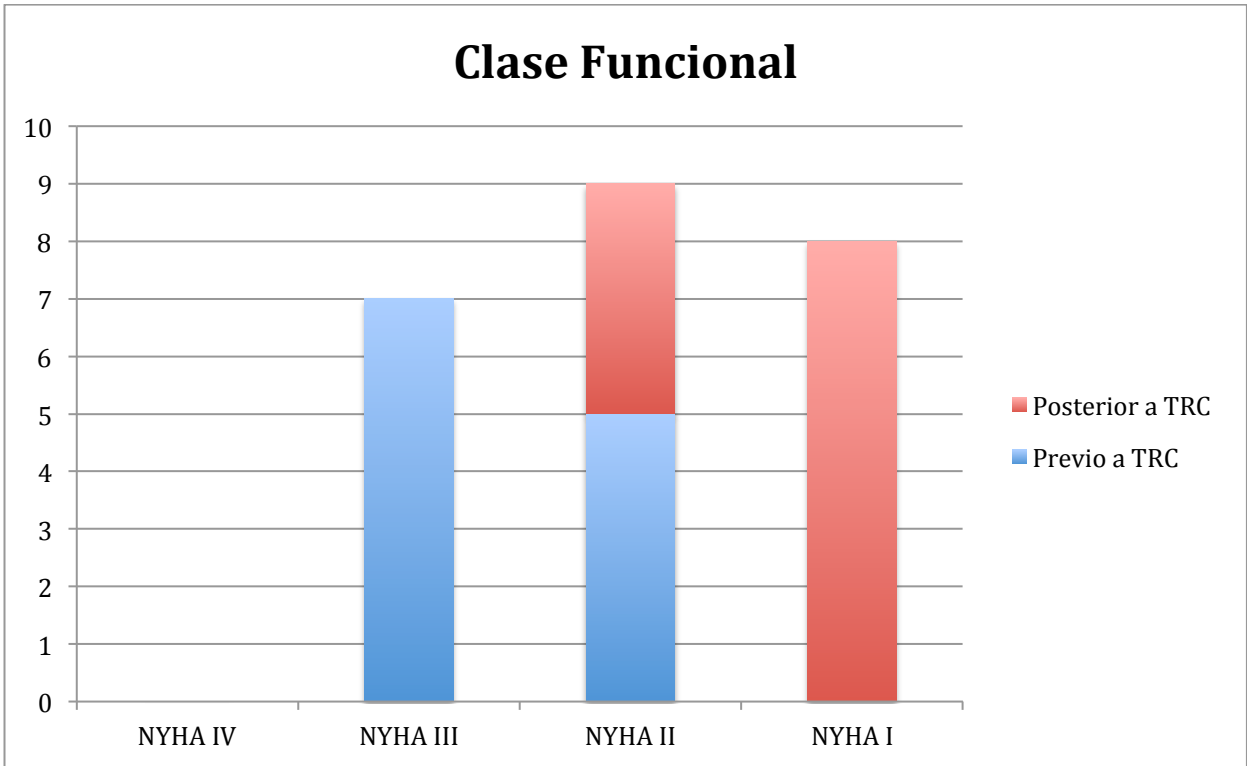
Grafica 1.- Fracción de Expulsión del Ventrículo Izquierdo



Grafica 2.-Parametros de Análisis de Fase.



Grafica 3.-Clase funcional NYHA.



## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Como se documento en la introducción, existe un porcentaje grande de pacientes diagnosticados con insuficiencia cardiaca, ya sea por miocardiopatía dilatada idiopática o isquémica, de los cuales a pesar de contar con tratamiento medico optimo, continúan con una clase funcional deteriorada. Los estudios han documentado que estos pacientes se podrían beneficiar e terapia de resincronización cardiaca, para lo cual se han tratado de establecer criterios para poder identificar quienes son los pacientes que realmente se benefician de dicha terapia, debido al alto costo que esto implica.

El 100% de los estudios que evalúan las ventajas de la terapia de resincronización cardiaca, exigen como primer criterio de inclusión que el paciente presente algún trastorno de la conducción intraventricular de preferencia bloqueo avanzado de rama izquierda del haz de His, caracterizados por una duración de QRS en electrocardiograma de 12 derivaciones de 120 ms o mayor.

En la actualidad los criterios para implante de TRC incluyen únicamente parámetros clínicos o electrocardiográficos, dejando fuera los parámetros de evaluación de la mecánica ventricular, en los que se incluiría el análisis de sincronía mediante ecocardiografía tanto por doppler tisular como por análisis 3D. De igual forma se excluye como parámetro para toma de decisiones la evaluación de la sincronía mecánica del ventrículo izquierdo mediante tomografía por emisión de fotón único y el análisis de fase de la misma. En la actualidad son pocos los estudios que utilizan esta herramienta para dicho objetivo, motivo por el cual en el presente estudio se trato de evaluar estos parámetros.

Gracias a un estudio llevado a cabo con anterioridad en el servicio de Cardiología Nuclear del Centro Medico Nacional 20 de Noviembre (Ibarías C. Et al) se logro conocer los parámetros de normalidad en cuanto a análisis de fase en pacientes sin presencia de cardiopatía. Comparándolos con los parámetros basales encontrados en nuestros pacientes se documenta que existe una diferencia significativa (no es el objetivo del estudio), y partiendo de esta diferencia (anormalidad) se decidió comparar en el tiempo a los pacientes con insuficiencia cardiaca a los que se les instauro TRC.

Los pacientes con Insuficiencia cardiaca previo al implante de TRC contaban con tratamiento medico optimo y una clase funcional NYHA deteriorada, el 100% en clase funcional II-III.

Al realizar el análisis primeramente se documento que los pacientes clínicamente presentaron mejoría posterior al implante de TRC al referirse el 66% de los pacientes en clase funcional NYHA I y el 34% en clase funcional NYHA II, y ningún paciente en clase funcional III o IV NYHA; con lo cual se considero que los pacientes incluidos en el estudio habían sido pacientes respondedores a TRC. Posteriormente se analizo el comportamiento de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, en donde se documento un incremento de 11.17% con una  $p < 0.05$ , sin embargo al evaluar la FEVI mediante SPECT la mejoría fue únicamente de 0.67% y sin presentar significancia estadística.

En cuanto a los parámetros de Análisis de Fase, no se documentó significancia estadística en ninguno de los cuatro parámetros evaluados ha pesar de que el paciente clínicamente había demostrado mejoría significativa. Los únicos parámetros que demostraron tendencia hacia la significancia (mejora) posterior al implante del dispositivo de TRC fueron la Desviación Estándar, la cual presento una reducción de 4.9 puntos posterior al implante de TRC, esto con una  $p = 0.062$ . El segundo parámetro que presento un cambio favorable fue el de entropía el cual igualmente presento una disminución, siendo esta de 64.9 previo al implante hasta alcanzar 61.75 posterior al implante de TRC siendo este cambio de 3.15 puntos, y esto igualmente con tendencia a la significancia estadística con  $p = 0.0$

## CONCLUSIÓN

En los pacientes con insuficiencia cardiaca y clase funcional deteriorada a pesar de tratamiento médico óptimo, la terapia de resincronización cardiaca ha demostrado mejoría en la clase funcional, lo cual se comprobó en nuestro estudio, al presentarse el 100% de los pacientes en clase funcional I-II NYHA posterior al implante de TRC.

De igual manera la mejoría clínica se corroboró al documentar una mejoría de la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo evaluado por Ecocardiografía, que es el método de mayor estudio para evaluar la FEVI. Esta mejoría en la FEVI no se documentó mediante SPECT, pero debemos considerar que este no es el método ideal o de elección para evaluación de la FEVI.

Los parámetros de sincronía mecánica del ventrículo izquierdo evaluados mediante análisis de fase por SPECT, no presentaron mejoría estadísticamente significativa en nuestro estudio, pero sí se documentaron francamente diferentes en comparación con los parámetros establecidos como normales en la población sin cardiopatía del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE.

Es probable que el número de pacientes incluidos en nuestro estudio (12 pacientes) sea el responsable de no haber encontrado significancia estadística en la evaluación de los parámetros de sincronía, por lo que hace falta realizar un estudio prospectivo en el cual se incluya un mayor número de pacientes.

La principal ventaja que ofrece este método (análisis de fase mediante SPECT) sobre el resto de métodos para evaluar sincronía mecánica del ventrículo izquierdo es que es un método automatizado y se eliminaría la variabilidad interobservador siendo este un método más objetivo comparado con los demás (Ecocardiograma, Tomografía Computada, Resonancia Magnética).

### CÉDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio	Apellidos	Nombres	Registro	Sexo	Edad	Origen-cardiopatía	QRS-nativo	CF-inicial	FEVI-ECOTT-inicial	FEVI-SPECT-Inicial	Ancho-de-Banda-1	DE-1	promedio-1	Entropía-1
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

CF-Final	FEVI-ECOTT-Final	FEVI-SPECT-Final	Ancho-de-Banda-2	DE-2	promedio-2	Entropía-2

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European heart journal*. 2016 Jul 14;37(27):2129-200. PubMed PMID: 27206819.
2. Mann DL. *Braunwald's Heart Disease: a textbook of Cardiovascular Medicine*. 10th ed 2015.
3. Pereira-Rodriguez J. Insuficiencia cardiaca: Aspectos Basicos de una epidemia en aumento. *CorSalud*. 2016;Ene-Mar;8(1):58-70.
4. Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *The New England journal of medicine*. 2005 Apr 14;352(15):1539-49. PubMed PMID: 15753115.
5. Trimble MA, Borges-Neto S, Smallheiser S, Chen J, Honeycutt EF, Shaw LK, et al. Evaluation of left ventricular mechanical dyssynchrony as determined by phase analysis of ECG-gated SPECT myocardial perfusion imaging in patients with left ventricular dysfunction and conduction disturbances. *Journal of nuclear cardiology : official publication of the American Society of Nuclear Cardiology*. 2007 May-Jun;14(3):298-307. PubMed PMID: 17556163.
6. Chung ES, Leon AR, Tavazzi L, Sun JP, Nihoyannopoulos P, Merlino J, et al. Results of the Predictors of Response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation*. 2008 May 20;117(20):2608-16. PubMed PMID: 18458170.
7. Chen J, Garcia EV, Bax JJ, Iskandrian AE, Borges-Neto S, Soman P. SPECT myocardial perfusion imaging for the assessment of left ventricular mechanical dyssynchrony. *Journal of nuclear cardiology : official publication of the American Society of Nuclear Cardiology*. 2011 Aug;18(4):685-94. PubMed PMID: 21567281. Pubmed Central PMCID: 3285448.
8. Chen J, Garcia EV, Folks RD, Cooke CD, Faber TL, Tauxe EL, et al. Onset of left ventricular mechanical contraction as determined by phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT imaging: development of a diagnostic tool for assessment of cardiac mechanical dyssynchrony. *Journal of nuclear cardiology : official publication of the American Society of Nuclear Cardiology*. 2005 Nov-Dec;12(6):687-95. PubMed PMID: 16344231.
9. Marsan NA, Henneman MM, Chen J, Ypenburg C, Dibbets P, Ghio S, et al. Left ventricular dyssynchrony assessed by two three-dimensional imaging modalities: phase analysis of gated myocardial perfusion SPECT and tri-plane tissue Doppler imaging. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*. 2008 Jan;35(1):166-73. PubMed PMID: 17874098. Pubmed Central PMCID: 2121116.
10. Chen J, Faber TL, Cooke CD, Garcia EV. Temporal resolution of multiharmonic phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT studies. *Journal of nuclear cardiology : official publication of the American Society of Nuclear Cardiology*. 2008 May-Jun;15(3):383-91. PubMed PMID: 18513645. Pubmed Central PMCID: 2992837.
11. Henneman MM, Chen J, Dibbets-Schneider P, Stokkel MP, Bleeker GB, Ypenburg C, et al. Can LV dyssynchrony as assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT predict response to CRT? *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*. 2007 Jul;48(7):1104-11. PubMed PMID: 17574987.
12. Salazar G. Analisis de nuestra experiencia con ventriculografia radioisotopica en el servicio de medicina nuclera del Hospital Italiano de La Plata 2012.
13. Jimenez-Angeles L. Normality Index of Ventricular Contraction Based on a Statistical Model from FADS. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2013;2013:12.



14. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Jr., Colvin MM, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *Circulation*. 2017 Aug 8;136(6):e137-e61. PubMed PMID: 28455343.
15. Ibarias C. VALORES DE NORMALIDAD DE LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE FASE DEL GATED SPECT EN POBLACIÓN DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE": UNAM; 2016.
16. Atchley AE, Trimble MA, Samad Z, Shaw LK, Pagnanelli R, Chen J, et al. Use of phase analysis of gated SPECT perfusion imaging to quantify dyssynchrony in patients with mild-to-moderate left ventricular dysfunction. *Journal of nuclear cardiology : official publication of the American Society of Nuclear Cardiology*. 2009 Nov-Dec;16(6):888-94. PubMed PMID: 19690935. Pubmed Central PMCID: 3048054.
17. Brandão SCS. Papel de la Medicina Nuclear en la Terapia de Resincronización Cardíaca. *Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc*. 2011.
18. Henneman MM, Chen J, Ypenburg C, Dibbets P, Bleeker GB, Boersma E, et al. Phase analysis of gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography compared with tissue Doppler imaging for the assessment of left ventricular dyssynchrony. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007 Apr 24;49(16):1708-14. PubMed PMID: 17448373.
19. Hsu JC, Solomon SD, Bourgoun M, McNitt S, Goldenberg I, Klein H, et al. Predictors of super-response to cardiac resynchronization therapy and associated improvement in clinical outcome: the MADIT-CRT (multicenter automatic defibrillator implantation trial with cardiac resynchronization therapy) study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2012 Jun 19;59(25):2366-73. PubMed PMID: 22698490.
20. Barreda MB. Valoración de la sincronía mecánica del ventrículo izquierdo mediante Gated SPECT y análisis de fase. *alabimnJournal*. 2012.