



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
"IGNACIO CHAVEZ"**

***VALORACIÓN DE LA ASINCRONÍA VENTRICULAR IZQUIERDA
Y SU CONCORDANCIA CON LA ZONA DE INFARTO EN
PACIENTES CON CARDIOPATÍA ISQUÉMICA EN FASE
DILATADA, DETERMINADA MEDIANTE
TOMOGRFÍA DE EMISIÓN FOTÓN ÚNICO SINCRONIZADA
CON EL ELECTROCARDIOGRAMA (GATED-SPECT).***

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO EN

LA ESPECIALIDAD DE CARDIOLOGIA

PRESENTA

DR. MARCOS ANTONIO VEGA FONTANA

Asesor. Dr. Erick Alexánderson Rosas

**Jefe del departamento de Medicina Nuclear del
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"**

México, DF. Julio, 2011



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.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA
“IGNACIO CHÁVEZ”**

**Dr. Erick Alexánder Rosas
ASESOR DE TESIS**

**Jefe del Departamento de Medicina Nuclear
del Instituto Nacional de Cardiología
“Ignacio Chávez”**

**Dr. José Fernando Guadalajara Boo.
Director de Enseñanza
del Instituto Nacional de Cardiología
“Ignacio Chávez”**

TESISTA

Dr. Marcos Antonio Vega Fontana

DEDICATORIA

A DIOS PADRE.

A LA SANTISIMA VIGEN MARIA.

A MIS PADRES.

A MI ESPOSA.

A WILLIAM MIGUEL.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez, casa de sabiduría y enseñanza.

A mis maestros.

Al Dr. Erick Alexánderson Rosas, al Dr. Salvador Hernández Sandoval y al Ingeniero Oscar Ruiz de Jesús, por todo su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo.

.

INDICE

I.	INDICE	5
II.	ABREVIATURAS	6
III.	RESUMEN	7
IV.	ANTECEDENTES	9
V.	OBJETIVOS	12
VI.	JUSTIFICACION	13
VII.	MARCO TEORICO	14
VIII.	HIPOTESIS	24
IX.	MATERIAL Y METODOS	25
X.	ANALISIS ESTADISTICO	31
XI.	RESULTADOS	32
XII.	DISCUSIÓN	37
XIII.	CONCLUSIONES	39
XIV.	REFERENCIAS	40

ABREVIATURAS

ARA II:	Antagonista del receptor de angiotensina.
ASNC:	Asociación americana de cardiología nuclear.
DAI:	Desfibrilador automático implantable.
ECO:	<i>Ecocardiográfica.</i>
FEVI:	<i>Fracción de eyección ventricular izquierda.</i>
Gated-SPECT:	Tomografía de emisión fotón único sincronizada con el electrocardiograma.
ICC:	<i>Insuficiencia cardíaca congestiva.</i>
IECAS:	Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina.
ms:	Milisegundos.
NYHA:	<i>New York Heart Association.</i>
Px:	Pacientes.
QCS:	Quantitative Gated SPECT software program.
SDS:	Puntuación diferencial sumada.
SRS:	Puntuación total para el reposo.
SSS:	Puntuación total para el estrés.
TRC:	<i>Terapia de resincronización cardíaca.</i>
VI:	Ventrículo izquierdo.
VRIE:	Ventriculografía radioisotópica en equilibrio.
VTD:	Volumen telediastólico del ventrículo izquierdo.
VTS:	Volumen telesistólico del ventrículo izquierdo.

RESUMEN

Objetivo:

Analizar la asincronía ventricular izquierda y su concordancia con la zona de infarto en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada mediante Tomografía de Emisión de Fotón Único sincronizada con electrocardiograma (Gated-SPECT).

Método:

Realizamos un estudio retrolectivo, transversal, comparativo y no aleatorizado en pacientes enviados al departamento de cardiología nuclear del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” para realización de estudio de perfusión Gated–SPECT, utilizando Cedars Sinai Quantitative Pefusion SPECT y Quantitative Gated SPECT (software program (QPS/QGS), con diagnóstico de cardiopatía isquémica en fase dilatada, con edad mayor de 18 años. Los pacientes fueron divididos en dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de concordancia entre la zona de mayor asincronía con la zona de infarto. Se calcularon los siguientes parámetros del ventrículo izquierdo: fracción de eyección, volumen telediastólico y volumen telesistólico, ancho de banda, desviación estándar, entropía y promedio, SSS, SRS y SDS.

Se analizaron en mapa polares la perfusión y la sincronía de la contracción del ventrículo izquierdo.

Se calcularon media y desviación estándar para variables continuas. Para estudiar la relación entre variables continuas se calcularon coeficientes de correlación de Spearman. Se utilizó el cálculo de Chi cuadrada para comparar variables categóricas. Los resultados se consideraron significativos con un valor de $p < 0.05$.

Resultados:

Se estudiaron 32 pacientes (27 varones y 5 mujeres) , edad promedio 59.31 ± 11.66 años , duración del QRS 125.03 ± 40.60 ms ,FEVI $24.18 \pm 8.32\%$, volumen telediastólico 244.40 ± 87.20 ml. Se observaron las siguientes alteraciones de la conducción en el electrocardiograma de 12 derivaciones en 81% de los casos (bloqueo de rama izquierda en 15 px, bloqueo fascículo anterior en 11 px, bloqueo de rama derecha en 1 px).

El 100% de los pacientes presentaban índices de asincronía, obteniéndose los siguientes valores: ancho de banda $83.53 \pm 48.16^\circ$, promedio $142.93 \pm 23.47^\circ$, desviación estándar $22.06 \pm 14.51^\circ$, entropía $55.09 \pm 11.57 \%$. La duración del QRS no se correlaciono con ningún parámetro de asincronía: ancho de banda ($p=0.602$), desviación estándar ($p=0.613$) y entropía ($p=0.668$). Se observo una alta correlación entre la entropía con el ancho de banda ($\rho=0.934$, $p < 0.005$) y la desviación estándar ($\rho=0.935$, $p < 0.005$). No se encontró correlación entre la FEVI con los valores de sincronía: Ancho de banda ($\rho=0.013$, $p=0.942$), desviación estándar ($\rho=0.026$, $p=0.889$) y entropía ($\rho=.016$, $p=0.931$). Existe una alta concordancia observada entre la zona de máximo retardo y la zona infartada (78%), no habiendo diferencias significativas si el infarto era transmural o no transmural ($p < 0.05$).

Conclusiones:

Encontramos una alta concordancia entre la zona de máximo retardo con la zona de infarto. Ni la duración del QRS, ni la FEVI, ni los volúmenes ventriculares izquierdos permiten predecir la presencia de asincronía ventricular izquierda. La entropía predice de manera adecuada la asincronía del sistema.

Demostrar que la zona de máximo retardo en la contracción miocárdica se corresponde en la mayoría de los pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada, posibles candidatos a terapia de resincronización ventricular, a una zona de infarto es de gran importancia, pues podría explicar la falta de repuesta a la misma a pesar de la colocación concordante del electrodo estimulador.

ANTECEDENTES.

La insuficiencia cardíaca tiene una alta prevalencia y un alarmante crecimiento en nuestra población, especialmente en personas mayores de 65 años, siendo la cardiopatía isquémica la principal etiología. Su pronóstico es malo, por la propia progresión de la enfermedad y la elevada la incidencia de muerte súbita llegando a ser de 6 a 9 veces mayor respecto a la población general.

(1)

El 80% de los hombres y el 70% de las mujeres mayores de 65 años con insuficiencia cardíaca podrían morir dentro de los próximos 8 años después del diagnóstico, con una mortalidad anual en pacientes en clase funcional IV de la NYHA cercana al 50%, a pesar del tratamiento farmacológico con bloqueadores beta, IECAS, ARA II, espironolactona, digitalicos y diuréticos.

(2)

La duración del complejo QRS suele ser un indicador independiente de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca y la presencia de trastornos de la conducción, como el bloqueo de la rama izquierda del haz de His, es indicativo de asincronía de la contracción mecánica ventricular, aunque no siempre la correlación es buena (3,4)

Bleeker et al demostraron que los pacientes con QRS prolongado tenían mayor evidencia de asincronía respecto a los sujetos con duración normal del QRS. Sin embargo la correlación entre la duración del QRS y el análisis de fase (desviación estándar y ancho de banda del histograma) fueron débiles, confirmando que la evidencia de asincronía eléctrica no predice asincronía mecánica (5). Además hasta un 30% de los pacientes con insuficiencia cardíaca sintomática y duración del QRS normal tienen asincronía mecánica.

(6)

La asincronía induce una serie de efectos adversos sobre el corazón entre ellos: aumento de la presión diastólica ventricular izquierda, acortamiento del tiempo de llenado diastólico, favorece y aumenta la insuficiencia mitral, retarda la relajación ventricular, disminuye el volumen latido y la presión arterial, lo que conlleva a remodelado ventricular patológico que deteriora aun mas la función ventricular. (7)

La TRC ofrece en los pacientes respondedores una mejoría clínica y sintomática que se traduce en un aumento de la distancia en caminata de 6 minutos, disminución de las hospitalizaciones por insuficiencia cardiaca descompensada, los episodios de arritmias ventriculares, los eventos de angina, el grado de insuficiencia mitral, la tasa de mortalidad y promover un remodelamiento inverso. (7)

La terapia de resincronización cardíaca surge entonces como alternativa en los pacientes con síntomas graves y mala evolución, siendo en la actualidad una indicación clase I nivel de evidencia A en los lineamientos de la American College of Cardiology/American Heart Association/Heart Rhythm Society en pacientes con insuficiencia cardiaca que a pesar de tratamiento medico optimo permanecen en clase funcional III-IV de la NYHA , con fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) $\leq 35\%$,duración del QRS ≥ 120 ms y ritmo sinusal. (8)

Esta consiste en la implantación de un marcapaso tricameral que estimule la aurícula derecha, el ventrículo derecho y la pared libre del ventrículo izquierdo, con la finalidad de programar un intervalo AV óptimo para cada paciente y resincronizar a los ventrículos mediante su estimulación programada. Los catéteres de aurícula derecha y ventrículo derecho se implantan convencionalmente, mientras que para posicionar el electrodo ventricular izquierdo, se cateteriza al seno coronario y se le ubica en una vena sobre la pared libre, de preferencia, cercano a los segmentos con mayor asincronía. (9)

El estudio CARE-HF incluyó a pacientes en ritmo sinusal, una FEVI \leq del 35%, clase funcional III - IV de la NYHA y una duración del QRS mayor de 120 ms, que tras un seguimiento medio de 30 meses, se apreció una reducción de la mortalidad (significancia clínica y estadística), con un cociente de probabilidad: 0,64 y $p < 0,002$. (10)

Ypenburg Claudia et al estudiaron utilizando ecocardiográfica a 302 pacientes con insuficiencia cardiaca (58% isquémicos), que al momento de la implantación del resincronizador presentaban las siguientes características: 92% se encontraba en clase funcional III de la NYHA, FEVI media de $25 \pm 8\%$ y volumen telediastólico medio de $227 \pm 78 \text{ ml}^3$, la relación entre el remodelamiento inverso y la mejoría clínica - ecocardiográfica después de 6 meses de ser llevados a TCR observando una tasa de no repuesta a la intervención del 21% ; quienes presentaron menor o nulo efecto en el grado de remodelamiento inverso, la reducción de la gravedad de la insuficiencia mitral, las hospitalizaciones y la sobrevida al compararlos con los respondedores. (11)

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Determinar la concordancia entre la zona de máximo retardo en la activación ventricular izquierda y la zona de infarto en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada mediante tomografía de emisión fotón único sincronizada con el electrocardiograma.

Objetivo secundario:

Valorar la correlación entre los factores clínicos predictores de asincronía y los valores obtenidos mediante el análisis de fase de la contracción ventricular izquierda por tomografía de emisión fotón único sincronizada con el electrocardiograma.

JUSTIFICACION.

Es alarmante el número creciente de pacientes con cardiopatía isquémica crónica que acuden a las unidades de salud con insuficiencia cardiaca. Muchos de ellos presentaran una mala evolución a pesar del tratamiento médico optimo, con repetidos ingresos, deterioro progresivo de su clase funcional, mala calidad de vida y elevada tasa de mortalidad; creando un profundo impacto social y familiar.

Como parte de su protocolo de atención se les remitirá a realizar un estudio de perfusión miocárdica con el objeto de evaluar la gravedad de la isquemia, donde el Gated-SPECT dado la creciente disponibilidad, automatización y alta reproducibilidad, constituye el método diagnóstico ideal para tal fin, brindándonos información sobre la función y los factores pronósticos. Permitiéndonos establecer las intervenciones encaminadas a mejorar el futuro nuestros pacientes.

El Gated-SPECT nos permite ahora conocer y valorar la existencia de asincronía ventricular izquierda, permitiéndonos en un solo estudio seleccionar de manera más adecuada aquellos pacientes que podrían beneficiarse de una terapia de resincronización cardíaca, la cual tiene de alto valor económico y disponibilidad limitada en nuestro medio, ahorrando costos y tiempos en la atención del paciente.

Son varios los factores que intervienen en la repuesta a la terapia de resincronización, entre ellos se destaca la presencia de cicatriz miocárdica pues en ella puede ubicarse la zona de máximo retardo. Conocer la concordancia entre ambas zonas previo a la implantación del electrodo estimulador, puede tener un gran impacto en el resultado final. Es por ello que nos propusimos el presente estudio, el objetivo de determinar la concordancia entre la zona de máximo retardo y la zona de infarto en un grupo de pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada con características clínicas que los hacen propensos a requerir de la resincronización.

MARCO TEORICO

Definimos como asincronía de la contracción ventricular cuando el proceso de activación no ocurre de manera normal, siendo su patrón habitual que una vez que el impulso atraviesa el nódulo atrioventricular, se inicie en el haz de His, seguido por la activación simultánea de las ramas derecha e izquierda del sistema de Purkinje y finalmente llega al miocardio. El sistema de Purkinje está aislado eléctricamente del resto del miocardio hasta llegar a sus puntos de salida en las uniones Purkinje-miocardio. A consecuencia de ello, la activación miocárdica típica del ventrículo izquierdo (VI) se produce desde el ápex hacia la base, simultáneamente en el tabique y en la pared libre del VI.

El modelo más claro de asincronía ventricular es el que genera el bloqueo de rama izquierda, en el cual el ventrículo izquierdo se despolariza tardíamente después de la activación y contracción del ventrículo derecho. Una vez que el ventrículo derecho se activó a través de la rama derecha del haz de His, la onda excitatoria se propaga a través del tabique interventricular, lo cual provoca la activación tardía de las paredes posterior y lateral del ventrículo izquierdo. Esta secuencia en la propagación de la onda de despolarización determina la secuencia de la contracción mecánica, la cual sigue el mismo orden. Cuando el ventrículo derecho y el septum interventricular se activan antes que el ventrículo izquierdo, ambos se alejan de la pared lateral del ventrículo izquierdo, que termina contrayéndose con retraso, encontrando al tabique interventricular desplazado en sentido opuesto. A simple vista, este fenómeno es responsable del característico movimiento paradójico del septum interventricular que se observa en el ecocardiograma de pacientes con bloqueo de rama izquierda (vista apical de cuatro cámaras).

Diversas técnicas se han utilizado para evaluar la asincronía ventricular izquierda: ecocardiográfica, ventriculografía radioisotópica en equilibrio, resonancia magnética, mapeo endocardio y más recientemente el Gated-SPECT. (13)

El Gated-SPECT al estudiar la perfusión y la función del ventrículo izquierdo, se ha convertido en los últimos años en un procedimiento de rutina para la evaluación de los pacientes con sospecha y seguimiento de la cardiopatía isquémica. (14) Entre sus características se destacan: poseer un elevado rendimiento clínico, escaso riesgo, facilidad de repetición y bajo costo. Permitiendo identificar a pacientes con riesgo alto de desarrollar complicaciones cardiovasculares al evaluar variables de perfusión (extensión intensidad de la isquemia) y variables funcionales (captación pulmonar después del estrés, dilatación isquémica transitoria, FEVI, Volumen telesistólico, Volumen telediastólico) que se correlacionan directamente con el pronóstico. (15)

Para valorar la extensión y gravedad de las alteraciones de la perfusión mediante el Gated-SPECT se utiliza un análisis semicuantitativo, la Asociación Americana de cardiología nuclear (ASNC) recomienda tanto el uso de modelos de 17 como de 20 segmentos, aunque la American Heart Association se inclina por este último. (Figura 1)



Figura 1. Mapa polar de perfusión miocárdica Gated-SPECT de 20 y 17 segmentos.

Tomado de Hansen CL, Goldstein RA, Berman DS, Churchwell KB, Cooke CD, Corbett JR, et al. Myocardial perfusion and function single photon emission computed tomography. *J Nucl Cardiol* 2006;13: e97-120.

A cada segmento se aplica un sistema de 5 puntos, asignándose los siguientes valores de acuerdo a la captación del trazador: 0 normal; 1, leve hipocaptación no claramente anormal; 2, moderada hipocaptación, definitivamente anormal; 3, severa hipocaptación, y 4, ausencia completa de captación.

Esta puntuación es aplicada tanto al estudio de estrés como al de reposo, obteniéndose mediante la suma de puntos de los segmentos patológicos una puntuación total para el estrés (SSS), otra para el reposo (SRS) y la resta de la puntuación entre el estrés y el reposo, llamada puntuación diferencial sumada (SDS), que constituye una medida de la reversibilidad del defecto y, por tanto, del componente isquémico. (16)

Una puntuación de estrés (SSS) menor de 4 se considera un resultado normal, de 4 a 8 levemente anormal, de 9 a 13 moderadamente anormal y más de 13 severamente anormal. El SSS incluye tanto el componente isquémico como las áreas de fibrosis o hibernación.

El SRS representa las áreas con defectos fijos, primariamente áreas de necrosis aunque también miocardio hibernado. En pacientes con infarto de miocardio que presentan defectos fijos de perfusión, cobra relevancia la puntuación diferencial (SDS) donde menos de 2 se considera no isquémico, de 2 a 6 levemente isquémico y más de 6 moderada a severamente isquémico. De manera práctica, si dos o más segmentos tienen una puntuación igual o mayor de 2, el estudio debería considerarse definitivamente anormal. Igualmente, las puntuaciones pueden expresarse como porcentaje del número total de segmentos afectados. (17)

El conjunto de variable funcionales y de perfusión nos ayudan a establecer pronóstico según el contexto clínico, Hachamovich et al demostraron el beneficio de una SPECT esfuerzo/reposo como estrategia no invasiva para predecir complicaciones dentro de los 2 años siguientes a su realización, en 5,183 pacientes con cardiopatía isquémica conocida. Presentaron una probabilidad de muerte cardiaca e infarto anual de 0,3 y 0,5, respectivamente,

para una SPECT normal, de 0.8 y 2,7 para una SPECT ligeramente anormal, de 2.3 y 2.9 si resultaba moderadamente patológica, o de 2,9 y 4,2 si lo era severamente. (18, 19) (Tabla 1)

TABLA 1. Clasificación de la cardiopatía isquémica crónica en grados de riesgo según variables de la gated-SPECT y la prueba de esfuerzo

		Riesgo bajo	Riesgo intermedio	Riesgo alto
<i>Perfusión</i>				
Esfuerzo	Defecto en mapa polar	< 11%	11-20%	> 20%
	SSS	< 9	9-13	> 13
Reversibilidad	SDS	< 3	3-7	> 8
	Reversibilidad en mapa polar	0%	< 10%	> 10%
Reposo	SRS	< 1	1-3	> 3
Combinados	SSS, SRS, SDS	≤ 6, < 4, ≤ 6	6-9, ≤ 4, ≥ 4	> 9, ≥ 4, > 7
	N.º de territorios	0	1	> 1 o DAp
<i>gated-SPECT</i>				
Fracción de eyección	FE postesfuerzo	> 50%		< 40% (< 35% en BRI)
	FE reposo	> 45%		< 35%
Volúmenes	Descenso FE postesfuerzo	< 0% (FEe > FEr)	0-5%	> 5%
	VTS postesfuerzo	Sin datos		> 70 ml (100 en BRI)
Motilidad	VTD postesfuerzo	Sin datos		> 120 ml (160 en BRI)
	Motilidad regional	Normal		Alteraciones transitorias en múltiples territorios
Combinados	FEe + VTSe + VTDe	> 45%/< 70 ml/> 120 ml		< 45%/> 70 ml/> 120 ml
<i>Otros índices</i>				
Dilatación isquémica transitoria	DIT/DIT ejercicio	Ausente/< 1,12	Dudosa/1,12-1,22	Evidente/> 1,22
	DIT/DIT estrés farmacológico	Ausente/< 1,12	Sin datos	Evidente/> 1,36
	Cociente grosor pared/cavidad	Sin datos	Sin datos	< 0,7
Captación pulmonar	Captación pulmonar/LHR	Ausente/0		Sí/ > 0,55
Índice de Duke	Índice de Duke	≥ 5	+4 a -10	< -10
Combinados	Índice de Duke + SSS	(ID > -10) + (SSS ≤ 4)	(ID ≥ 5) y (SSS > 5)	(4 a -10) y (SSS > 5)
	Índice de Duke + SSS	Sin datos	(ID < -10) + (SSS < 9)	(ID < -10) y (SSS > 13)
	Descenso FE + DIT + CP	No // < 1/ausente		> 5%/> 1,2 / SI

BRI: bloqueo de rama izquierda; CP: captación pulmonar; DAp: descendente anterior proximal; DIT: dilatación isquémica transitoria; FE: fracción de eyección; ID: índice de Duke; r: reposo; SDS: diferencia entre SRS y SSS; SRS: suma de puntuación del defecto en reposo; SSS: suma de puntuación del defecto en estrés; VTS: volumen telesistólico; VTD: volumen telediastólico; VI TIDr: cociente área ventrículo izquierdo en la sobrecarga/área del ventrículo izquierdo en reposo; LHR: cociente pulmón/corazón en la sobrecarga.

Tabla 1. Clasificación de la cardiopatía isquémica crónica en grados de riesgo según variables del Gated-SPECT. Tomado de Maximiliano Diego-Domínguez y María A. Muxí-Pradas. Pronóstico de la enfermedad coronaria crónica mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. Rev Esp Cardiol Supl. 2008;8:25B-34B.

Zellwegwer MJ et al, estudiaron a 1,413 pacientes con antecedente de infarto de miocardio que fueron seguidos durante un período de casi dos años. Encontraron que una puntuación de estrés (SSS) clasificada en menos de 4, 4-8, 9-13 y más de 13 se correlacionaba con una tasa anual de muerte cardíaca de 0,4%, 0,9%, 1,7% y 3,5%, respectivamente, ($p=0,002$) y que los pacientes con infartos pequeños (menos de cuatro segmentos fijos) sin isquemia o con isquemia leve (SDS ≤ 6) tuvieron una tasa de mortalidad anual de 0,6%. En cambio, un infarto de miocardio pequeño con moderada o severa isquemia se relacionó con una tasa de 1,6% y aquellos con infarto mayor (cuatro segmentos o más) con isquemia moderada a severa tuvieron una alta tasa anual de muerte ubicada entre 3,7% y 6,6%. Se ve así que el pronóstico depende tanto de la magnitud del defecto fijo o infarto (SRS), como del defecto reversible o isquemia (SRS) por lo cual, como parámetro independiente aislado, cobra mayor relevancia el valor del defecto de estrés (SSS) ya que refleja ambas condiciones. (20)

Según el porcentaje de afectación del mapa polar en estrés respecto al miocardio total, se clasifica a los pacientes en 4 grupos: SPECT normal ($< 4\%$), levemente anormal (4-10%), moderadamente anormal (11-20%) y gravemente anormal ($> 20\%$). Siguiendo esta clasificación, en pacientes con cirugía de revascularización coronaria previa frente a tratamiento médico, el segundo SPECT mostró una mejoría discreta de los defectos en ambos grupos de tratamiento, cuando tenían defecto moderado inicial; una mejoría importante si la primera SPECT presentaba defectos extensos, y una ausencia de mejoría en la segunda SPECT cuando los defectos iniciales eran leves. Una extensión $> 40\%$ del perímetro ventricular es indicativa de enfermedad multivaso o del tronco común. (21)

Un 20-40% de los pacientes no presentaron mejoría con la TCR. Entre los factores que se relacionan a la falta de repuesta se mencionan la ausencia de asincronía mecánica, ubicación del electrodo estimulador, localización y

extensión tanto de defectos de perfusión como de la ubicación zona de mayor retardo en la activación, donde la concordancia de estas últimas podría ser utilizada para predecir el éxito en la terapia. (22). Vale mencionar que el tejido cicatrizal es un área mecánica y eléctricamente inactivable por lo que la estimulación en estos sitios puede tener escaso valor. (6)

Zainab Samad et al, investigaron la asincronía y los posibles factores predictivos en un cohorte de 260 pacientes con FEVI menor de 35%, observando una prevalencia del 52% de asincronía y destacando que la duración del QRS, la fracción de eyección ventricular izquierda, la puntuación total para el reposo (SRS), *volumen telediastólico* y el género masculino eran predictores independientes para asincronía valorada mediante SPECT. (23)

Michael Becke et al, evaluaron el impacto de la posición del electrodo ventricular en los resultados de la terapia de resincronización y el remodelado inverso, mediante ECO-Strain en 47 pacientes con insuficiencia cardiaca llevados a terapia de resincronización. Reportando que en la colocación concordante del electrodo en la zona de mayor retardo en comparación con la no concordante se observaba una mayor disminución del volumen diastólico final (23 +/- 8 vs. 13 +/- 7mL, $P < 0.001$) y del volumen telesistólico final del ventrículo izquierdo (42 +/- 10 vs. 27 +/- 8mL, $P < 0.001$). (24)

Aunque el ecocardiograma bidimensional Doppler tisular es una herramienta validada para valorar la asincronía, este requiere de un personal experimentado, pues presenta alta variabilidad intraobservador y interobservador como se menciona en el estudio PROSPECT. (25)

Estudios recientes demuestran que la región con mayor retraso en la activación mecánica puede variar de manera significativa entre los pacientes candidatos a la implantación de un resincronizador. (26,27). Lo cual nos indica que no hay una forma sencilla y convencional para saber cuál paciente se beneficiara de la TCR.

Hay gran interés en poder evaluar de manera integral los múltiples factores involucrados en predecir la respuesta a la terapia de resincronización, haciendo del Gated-SPECT una herramienta útil para tales propósitos. (28)

El Gated- SPECT ha sido validado para la medición de la FEVI, Joan Castell Conesa et al evaluaron la reproducibilidad de la FEVI y de los volúmenes ventriculares obtenida mediante Gated-SPECT y su concordancia con la obtenida por ventriculografía isotópica, encontrando una variabilidad interobservador de la FEVI de $0,5 \pm 2,6$ puntos de FE ($r = 0,99$). Para el VTD y el VTS la variabilidad fue $1,9 \pm 10,7$ ml y $0,5 \pm 5,4$ ml ($r = 0,98$ y $r = 0,99$, respectivamente). La variabilidad interensayo de la FEVI fue de $2 \pm 5,1$ puntos de FEVI ($r = 0,94$). Para el VTD y el VTS la variabilidad fue $4,5 \pm 8,6$ ml y $3,4 \pm 6,6$ ml ($r = 0,99$ y $r = 0,99$, respectivamente). Concluyendo que los parámetros de función ventricular que se obtienen con Gated-SPECT muestran una excelente reproducibilidad interobservador e interensayo y pueden emplearse en el seguimiento evolutivo de la función ventricular, incluso con valores de FEVI < del 30%. (29)

El análisis de fase del Gated-Spect ha sido validado en múltiples circunstancias clínicas: población sana, disfunción sistólica ventricular izquierda, trastornos de la conducción, marcapasos, DAI, TCR y presencia de defectos de perfusión miocárdica.

Sharir et al, establecieron los valores normales para cuantificar los volúmenes

y la FEVI mediante Gated-Spect utilizando el algoritmo QCS (Quantitative Gated SPECT software program). (30) (Tabla 2)

Variable	Valor normal
Fracción de eyección ventricular izquierda	45%
Volumen telediastólico ventricular izquierda	120ml
Volumen telesistólico izquierda	70ml

Tabla 2. Valores normales de FEVI, VTD, VTS evaluados mediante Gated.SPECT.

Ji Chen et al, estudiaron mediante análisis de fase del Gated-SPECT utilizando el *software* “Emory Cardiac Toolbox” (Universidad de Emory) la contracción mecánica ventricular a lo largo del ciclo cardiaco en 90 personas normales (45 hombres y 45 mujeres) con objeto de desarrollar una base de datos que permitiera evaluar la asincronía en la contracción ventricular izquierda en el mapa de perfusión polar, Lo que permitió incorporar a esta técnica en el estudio y selección de los pacientes candidatos a TRC. (31) (Tabla 3)

	Rango	Media	Desviación estándar
Pico de fase (grados)			
Hombre	96-161	134.5	14.3
Mujer	107-167	140.2	14.9
Desviación estándar: (grados)			
Hombre	6.3-27.6	14.2	5.1
Mujer	5.1-31.4	11.8	5.2
Ancho de banda (grados)		38.7	11.8
Hombre	22-81	30.6	9.6
Mujer	18-62		
Asimetría del histograma		4.19	0.68
Hombre	2.84-5.95	4.60	0.72
Mujer	3.05-6.10		
Kurtosis del histograma			
Hombre	8.45-45.32	19.72	7.68
Mujer	9.65-48.19	23.21	8.16

Tabla 3 Parámetros de la contracción ventricular izquierda en sujetos sanos.

Mark A. Trimble et al, evaluaron la asincronía ventricular izquierda mediante el análisis de fase del Gated-SPECT en 120 pacientes con disfunción ventricular izquierda y los compararon con 157 sujetos sanos. Reportaron que el pico de fase no difirió entre los pacientes con disfunción ventricular izquierda y los sujetos sanos ($130.8^{\circ} \pm 28.3^{\circ}$ vs $134.8^{\circ} \pm 18.7^{\circ}$, $P = 0.15$). Sin embargo la desviación estándar ($47.8^{\circ} \pm 19.4^{\circ}$ vs $15.7^{\circ} \pm 11.8^{\circ}$, $P = 0.001$), ancho de banda ($147.0^{\circ} \pm 70.9^{\circ}$ vs $42.0^{\circ} \pm 28.4^{\circ}$, $P = 0.001$), asimetría (2.7 ± 0.8 vs 4.6 ± 2.4 , $P = 0.001$), y la kurtosis (8.8 ± 5.8 vs 22.4 ± 11.7 , $P = 0.001$) en los cuales se encontraron diferencias significativas. (32)

Mar A, Salvador Borges et al, evaluaron de manera retrospectiva la asincronía ventricular en 125 pacientes con disfunción sistólica ($FEVI \leq 35\%$) haciendo un análisis comparativo entre la presencia o ausencia de defectos de perfusión. En dicho estudio los pacientes con defectos de perfusión tenían mayores valores de desviación estándar (45.5° vs 27.7° , $P < .0001$) y ancho de banda (117.0° vs 73.0° , $P = 0.0006$) respecto a los pacientes sin anomalías de la perfusión. Además se encontró una moderada correlación entre la duración del QRS y el promedio (54.1° vs 34.7° , $P < .0001$) y el ancho de banda (136.5° vs 99.0° , $P = 0.0005$), y leve correlación entre la duración del QRS y desviación estándar ($r = 0.50$) y el ancho de banda ($r = 0.40$). (33)

Al ser el análisis de fase un proceso automático muestra una alta reproducibilidad y repetitividad, elementos fueron evaluados por Trimble MA, Velázquez EJ, et al encontrando un coeficiente intraobservador de 1.00 e interobservador de 0.99. (34)

La utilidad del Gated-SPECT va mas allá de observar la existencia o no de asincronía. Puede predecir que pacientes se beneficiarían con la terapia de resincronización al identificar a los respondedores. Henneman et al analizaron una corte de 42 pacientes con insuficiencia cardiaca, FEVI menor

de 35% y QRS mayor de 120 ms que fueron llevados a resincronización (30 respondedores y 12 no respondedores) encontraron que un valor de corte de > 42 grados por la desviación estándar y > 135 grados para el ancho de banda permite identificar a los pacientes respondedores. (35)

En la actualidad contamos con el con el programa QGS/QPS (CEDARS SINAI MEDICAL CENTER) ® bajo la plataforma de procesamiento Xeleris de GE®, que nos permite evaluar el análisis de fase de una manera más automática y sencilla, brindándonos información concerniente a las variables de sincronía, FEVI, volúmenes ventriculares y valoración visual en mapa polar de colores de la zona de mayor retardo en la activación ventricular. (36)

Mark et al, estudió si existía concordancia entre la zona de máximo retardo, determinada mediante análisis por Gated-SEPCT, y la ubicación del electrodo estimulador en 90 pacientes con insuficiencia cardiaca que fueron llevados a terapia de resincronizador, encontrando que en 52 pacientes (58%), la ubicación fue concordante y que la repuesta a la terapia fue mayor en estos pacientes respecto a los no concordantes (79% vs. 26%, $p < 0.01$). Donde un importante numero (aproximadamente un 40%) de los no respondedores tenían como etiología de la insuficiencia cardiaca la cardiopatía isquémica. Además no expresa si en los pacientes no respondedores la zona de máximo retardo era una zona de infarto. (37)

Todo lo anterior nos lleva a preguntarnos si la zona de máximo retardo en la activación de la contracción ventricular izquierda se corresponde a una zona de infarto, pues sigue teniendo validez intentar estimular zona sanas con objeto de poder optimizar los resultados de la terapia de resincronización y reducir en lo posible el número de pacientes no respondedores.

HIPOTESIS

Hipótesis alterna

Existe una alta concordancia entre los defectos de perfusión miocárdica y las zonas de máxima asincronía determinada mediante tomografía de emisión fotón único sincronizada con el electrocardiograma (Gated-SPECT) en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada.

Hipótesis nula.

No existe una alta concordancia entre los defectos de perfusión miocárdica y las zonas de máxima asincronía determinada mediante tomografía de emisión fotón único sincronizada con el electrocardiograma (Gated-SPECT) en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada.

MATERIAL Y METODOS

Tipo de estudio:

Retrolectivo, transversal, comparativo y no aleatorizado.

Población de estudio:

Se estudiaron a 53 pacientes que acudieron al departamento de cardiología nuclear del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" a quienes se les realizó estudio de perfusión miocárdica mediante tomografía por emisión de fotón único sincronizado al electrocardiograma (Gated-SPECT) durante enero del 2010 junio 2011 y se seleccionaron a 32 pacientes que cumplieron con los criterios de selección del estudio.

Los criterios de inclusión fueron:

1. Pacientes de ambos géneros.
2. Edad mayor de 18 años.
3. Portador de cardiopatía isquémica en fase dilatada con fracción de eyección ventricular izquierda $\leq 35\%$ y volumen telediastólico mayor de 120ml, determinados mediante Gated-SPECT.
4. Diagnóstico y seguimiento en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Se estableció el diagnóstico de cardiopatía isquémica por la existencia de defectos en la perfusión miocárdica correspondiente a un infarto (transmural o no transmural) en presencia de :

- Estenosis coronaria mayor o igual al 50% en una o más arterias coronarias epicárdicas.
- Alteraciones electrocardiográficas.
- Antecedente de infarto del miocárdico.
- Intervencionismo coronario percutáneo.
- Cirugía de revascularización coronaria.

Los criterios de exclusión fueron:

1. Pacientes portadores de marcapasos, resincronizador o desfibrilador automático implantable.
2. Miocardiopatía dilatada de etiología no isquémica.
3. Presencia de malformación congénita cardiaca.
4. No contar con ecocardiograma previo al estudio de perfusión.
5. Presencia de arritmias durante el estudio que no permitiera una adecuada sincronización: fibrilación atrial, extrasístoles frecuentes, taquicardia ventricular, fibrilación ventricular, Bloqueo auriculoventricular.
6. Mujeres Embarazadas.
7. Expediente clínico no activo.
8. No disponibilidades de las imágenes completas y de alta calidad del estudio de perfusión miocárdica realizadas mediante Gated-SPECT.

Recolección de los datos:

Se generó una hoja de trabajo en Excel-Windows 2007, donde se ubicaron la información correspondiente a las variables a estudiar.

Se seleccionaron a los pacientes de la base de datos del departamento de medicina nuclear que acudieron a realizarse estudio de perfusión miocárdica mediante Gated-SPECT entre Enero 2010 a Junio 2011.

Se revisó el electrocardiograma pre-prueba y el registro electrocardiográfico de la prueba de esfuerzo (farmacológica o física) con el fin de documentar la duración del QRS, presencia de arritmias que provocaran mala sincronización y trastornos de conducción.

Se revisó el expediente clínico para documentar el diagnóstico de cardiopatía isquémica y descartar que el paciente fuera portador de cardiopatía congénita, marcapasos, desfibrilador automático implantable o resincronizador.

Obtención de las imágenes de perfusión miocárdica mediante tomografía por emisión de fotón único sincronizada al electrocardiograma (gated – SPECT):

Se les practicó estudio de perfusión miocárdica mediante tomografía por emisión de fotón único sincronizada al electrocardiograma (Gated – SPECT) con el protocolo Tc99m-Sestamibi en 29 pacientes y Talio 201 en 3 pacientes con estrés farmacológico con dipiridamol o en banda sin fin con (protocolo de Bruce), como se describe en los protocolos vigentes

Las imágenes fueron adquiridas con una gamacámara con colimadores de alta resolución. La ventana de energía para el Tc99m-Sestamibi fue para el foto pico de 140-keV de 20% y para el Talio 201 de 80 KeV de 85% .Se obtuvieron un total de 32 proyecciones (cada una con duración de 40 segundos) que se inició en oblicua anterior derecha a 45° y a oblicua posterior izquierda a 45°. Las gamacamara utilizadas fueron:

- General Electrics (GE) millenium MIPR-MPS Colimador LEHR. Orificios paralelos un detector
- GE millenium VG + Hawkeye Colimador LEHR. Orificios paralelos dos detectores
- GE millenium MC Colimador LEHR. Orificios paralelos dos detectores

Las imágenes en reposo y post estrés fueron reconstruidas en los ejes largos horizontal y vertical y en eje corto. El análisis de las imágenes se realizó con el programa QGS/QPS (CEDARS SINAI MEDICAL CENTER) ® bajo la plataforma de procesamiento Xeleris de GE®. Se genero de manera automática las siguientes variables:

Parámetros de sincronía:

- Promedio
- Desviación estándar
- Ancho de banda
- Entropía

Fracción de eyección ventricular izquierda

Volumen telediastólico ventricular izquierdo

Volumen telesistólico ventricular izquierdo.

Mapa polar de perfusión miocárdica.

Puntuación total para el estrés (SSS: *summed stress score*).

Puntuación total para el reposo (SRS: *summed rest score*).

Puntuación diferencial sumada (SDS: *summed difference score*).

Se valoró la existencia de defectos de perfusión miocárdica mediante el análisis semicuantitativo utilizando mapa polar de 20 segmentos. La interpretación de las imágenes la realizó un médico cardiólogo nuclear, identificándose la presencia de defectos de perfusión en reposo y posterior al esfuerzo.

Se valoró visualmente en mapa polar, presentado por la zona de mayor retardo en la activación ventricular y se correlaciono con la zona de infarto.

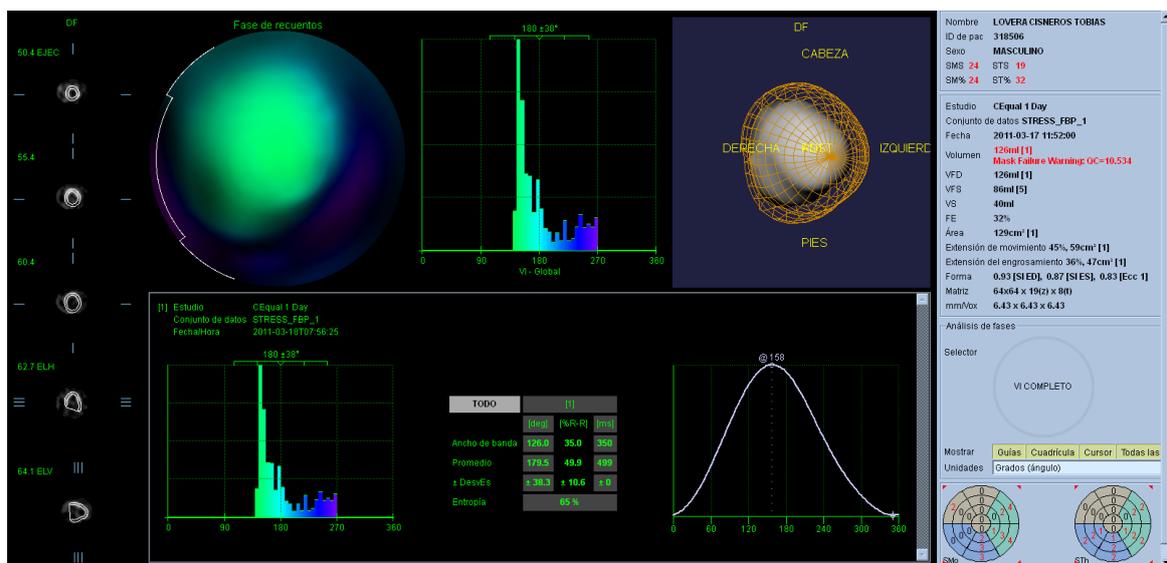


Figura 2. Mapa polar e histograma de la contracción ventricular izquierda.

Se estableció como existencia de patrón concordante:

Si la zona de máximo retardo en la activación ventricular se ubicaba en una zona infartada.

Se estableció como existencia de patrón discordante:

Si la zona de máximo retardo en la activación ventricular no se ubicaba en una zona con infarto.

Definición de variables:

Ancho de banda es donde se incluyen el 95% de los elementos de la fase de distribución.

Desviación estándar de los ángulos de fase. : es la desviación estándar de la fase de distribución.

Entropía: grado de desorden en la contracción ventricular izquierda, expresada en porcentaje.

FEVI: es el porcentaje de sangre que sale del ventrículo izquierdo en relación al volumen diastólico.

Media de los ángulos de fase: es el promedio de los elementos de la fase de distribución.

Patrón concordante: cuando la zona de máximo retardo en la activación ventricular se ubicaba en una zona infartada.

Patrón discordante: cuando la zona de máximo retardo en la activación ventricular no se ubicaba en una zona con infarto.

Puntuación diferencial sumada (SDS): es la diferencia de las calificaciones semicuantitativas de esfuerzo y reposo.

Puntuación total para el estrés (SSS): calificación semicuantitativa de la perfusión miocárdica durante el esfuerzo.

Puntuación total para el reposo (SRS): calificación semicuantitativa de la perfusión miocárdica en reposo.

Sincronía: expresa la sincronía de una región de interés que contiene más de un ángulo de fase (\emptyset). Suma vectorial de amplitudes.

Volumen telediastólico ventricular izquierdo: volumen que está presente en la cavidad ventricular izquierda al final de la diástole.

Volumen telesistólico ventricular izquierdo: volumen que está presente en la cavidad ventricular al final de la sístole.

ANALISIS ESTADISTICO

Los datos continuos se presentan como promedio y desviación estándar; los datos dicotómicos son presentados como números y porcentajes. La comparación de variables cualitativas es realizada mediante Chi cuadrada. El análisis de correlación de Pearson se realizo para evaluar la relación entre las numéricas.

Los resultados se consideraron estadísticamente significativos con un valor de $p < 0.05$ Se utilizo el programa SPSS® versión 17.0 para el análisis estadístico de los resultados.

RESULTADOS

Se estudiaron a 53 pacientes portadores de cardiopatía isquémica en fase dilatada de los cuales solo 32 cumplieron los criterios de selección.

De sus características demográficas: 27 correspondían al género masculino (84%) y 5 al género femenino (16%). La edad promedio fue 59.31 ± 11.66 años.

Al momento de ser remitidos al estudio de perfusión 21 pacientes (65%) se encontraban en clase funcional II de la NYHA y los restantes 11 pacientes (35%) en clase funcional III.

Respecto al tratamiento farmacológico para la insuficiencia cardiaca la mayoría estaban tomando fármacos modificadores del pronóstico de la enfermedad, destacándose el uso de betabloqueadores (carvedilol y metoprolol) en el 90% de los pacientes. (Gráfico 1)

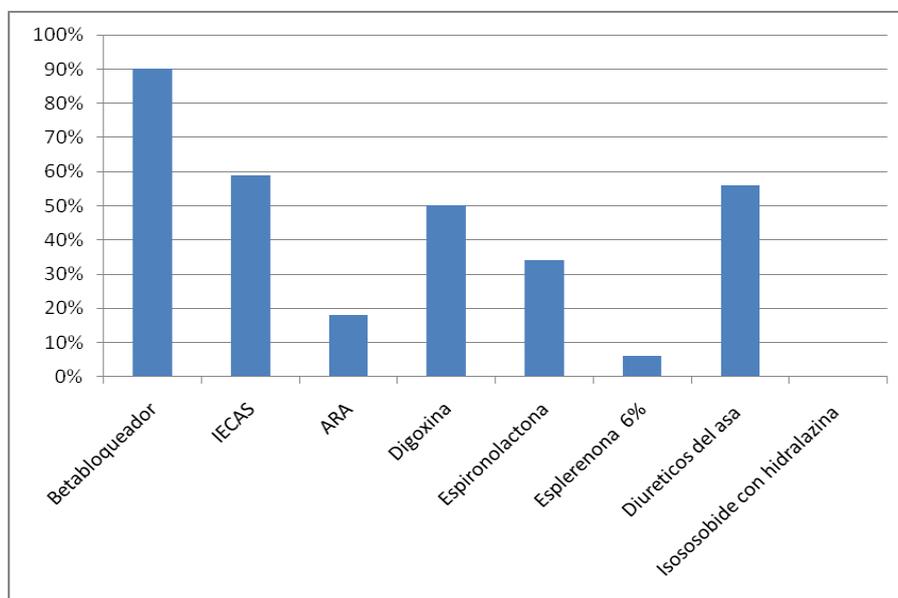


Gráfico 1. Tratamiento farmacológico de la insuficiencia cardiaca.

La duración del QRS fue de 125.03 ± 40.60 ms.

El 40% de los pacientes tenían una duración del QRS que fue menor a 120ms. Encontramos que el 84% (27) presentaban alteraciones de la conducción en sus electrocardiograma de 12 derivaciones. (Gráfico 2)

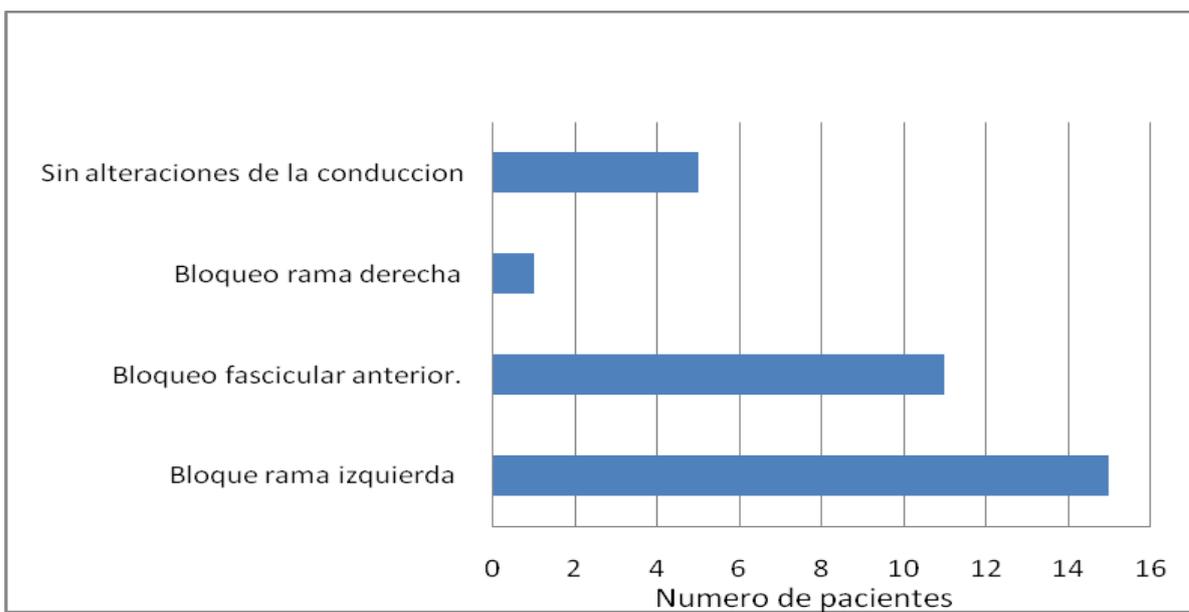


Gráfico 2. Prevalencia de los trastornos de la conducción

En cuanto a las mediciones funcionales determinadas mediante el Gated-SPECT encontramos:

Variable	Resultado	Valor normal
Fracción de eyección ventricular izquierda	24.68 ± 9.13 %.	45%
Volumen telediastólico ventricular izquierda	244.40 ± 87.20 ml .	120ml
Volumen telesistólico izquierda	189.96 ± 85.28 ml.	70ml

Tabla 4. Valores de FEVI, VTD, VTS en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada determinada mediante Gated-SPECT.

En la valoración de la extensión y gravedad del defecto de perfusión encontramos nuestros pacientes se caracterizaron presentar una puntuación total para el estrés (SSS) de 22.15 ± 10.23 puntos, una puntuación total para el reposo (SRS) de 18.46 ± 9.36 puntos y una puntuación diferencial sumada (SDS) 4.0625 ± 2.63 puntos.

Respecto a la sincronía encontramos que el 100% de los sujetos en estudio estaban asincrónicos. (Tabla 5)

Variable	Resultado.
Ancho de banda.	$83.53 \pm 48.16^\circ$
Media de los ángulos de fase.	$142.93 \pm 23.47^\circ$
Desviación estándar de los ángulos de fase.	$22.06 \pm 14.51^\circ$
Entropía	$55.09 \pm 11.57\%$.

Tabla 5. Índices de asincronía ventricular izquierda.

La relación entre la zona de máximo retardo y la zona de infarto fue concordante 25 pacientes (78%) y discordante en 7 pacientes (22%). No se presentó diferencia significativa si el infarto era transmural o no transmural ($p= 0.360$). (Gráfico 3)

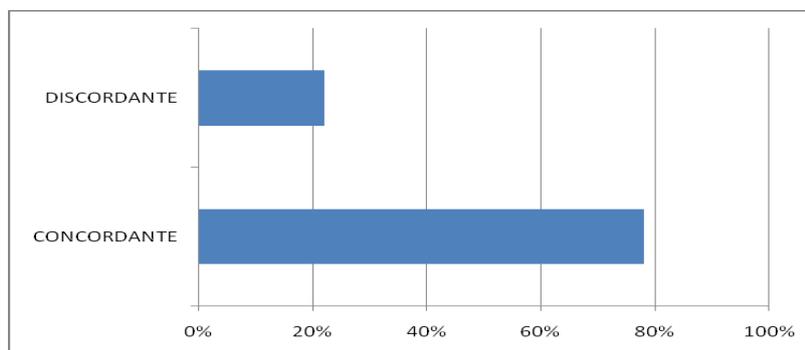
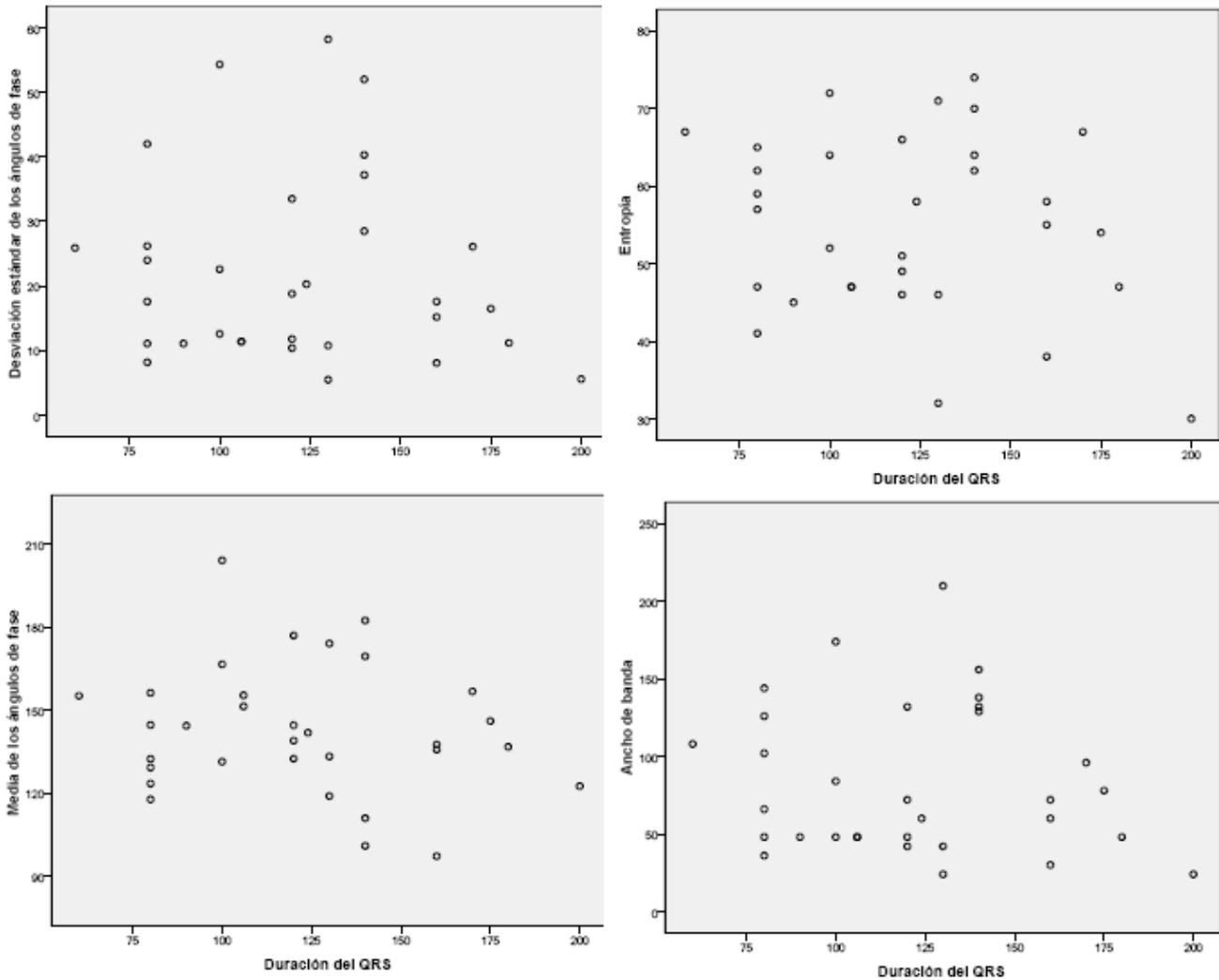


Gráfico 3. Patrón de concordancia entre la zona de máximo retardo y la zona de infarto.

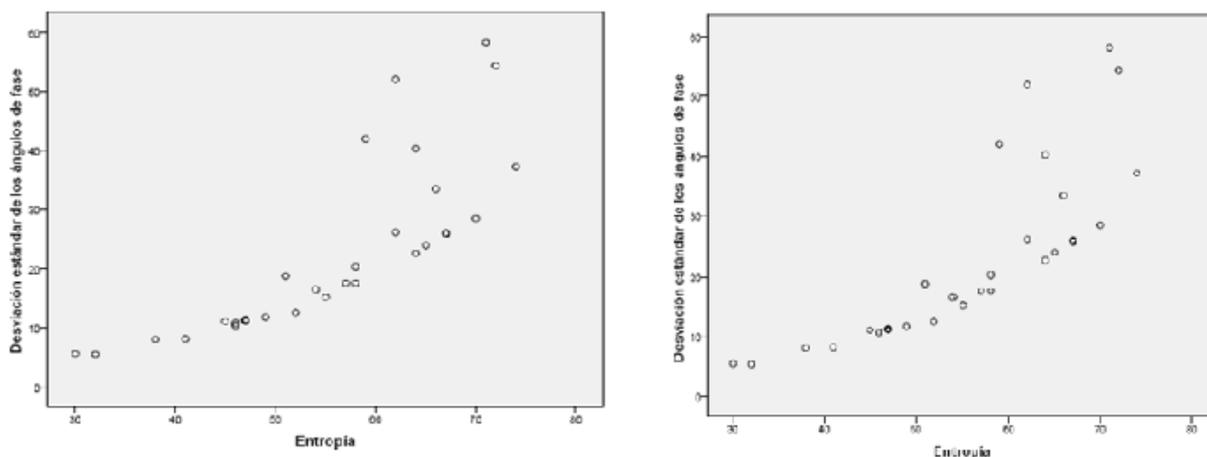
La duración del QRS no se correlaciona con ningún parámetro de sincronía:

Ancho de banda ($\rho = -0.96, p = 0.602$), desviación estándar de los ángulos de fase ($\rho = -0.093, p = 0.613$), entropía ($\rho = -0.79, p = 0.668$), media de los ángulos de fase ($\rho = -0.094, p = 0.607$). (Gráfica 5)



Grafica 4. Correlacion entre la duracion del QRS y los indices de asincronia ventricular izquierda.

Se observó una alta correlación entre la entropía con el ancho de banda ($\rho=0.934$, $p < 0.05$) y la desviación estándar ($\rho=0.935$, $p < 0.05$). que en la actualidad son los parámetros que más se correlacionan con la respuesta a la terapia de resincronización.



Gráfica 5. Correlación de la entropía con la desviación estándar y el ancho de banda

No se encontró correlación entre la FEVI con los valores de sincronía:

Ancho de banda ($\rho=0.013$, $p=0.942$),

Desviación estándar de los ángulos de fase ($\rho=0.026$, $p=0.889$)

Entropía ($\rho=0.016$, $p=0.931$).

Media de los ángulos de fase ($\rho= -0.184$, $p=0.313$).

El SRS no se correlacionó con la FEVI ni con los parámetros de asincronía.

(Tabla 6)

Variable	Rho	Valor p
SRS- VEFI	0.247	0.179
SRS- Ancho de banda	0.183	0.317
SRS- Media de los ángulos de Fase	0.115	0.531
SRS- Desviación estándar de los ángulos de fase	0.115	0.529
Entropía	0.060	0.742

Tabla 6. Correlación del SRS con la FEVI y los índices de asincronía ventricular izquierda.

DISCUSION

Un importante número de pacientes isquémicos llegan a una fase avanzada de insuficiencia cardiaca, que a pesar del manejo óptimo y pudieran necesitar de terapia de resincronización cardiaca.

En esta población estudiada el 35% se encuentra en insuficiencia cardiaca avanzada y bajo tratamiento farmacológico óptimo, como lo observado en el CARE-HF (10), donde se incluyeron a 409 pacientes a continuar manejo médico mas la implantación de un resincronizador cardiaco por ser este subgrupo de paciente con insuficiencia cardiaca donde se espera observar los efectos benéficos de la TCR.

En el 100% de los casos se documento asincronía ventricular izquierda, incluso en los 13 pacientes que tenían $QRS < 120$ ms. En varios estudios se evidenciado la falta de correlación entre la duración del QRS y asincronía mecánica (3,4). Utilizar el criterio de duración del QRS como parámetro para incluir a pacientes a TRC parece ser no adecuado, porque muchos de los considerados como no candidatos podrían beneficiarse de él. Gabe et al (38), evaluaron a 33 pacientes asincrónicos con $QRS < 120$ ms, encontrando una mejoría en la clase funcional, remodelamiento ventricular comparable con los pacientes con $QRS >$ de 120 ms.

No hay correlación entre la fracción de eyección ni los volúmenes ventriculares izquierdos con los índices de asincronía. Existiendo pacientes con insuficiencia cardiaca y asincronismo con valores de FEVI $>$ de 35% que a pesar de las intervenciones farmacológicas siguen con un marcado deterioro de su clase funcional y que no son enviados a protocolos de estudio de asincronía por no tener un valor predeterminado de FEVI.

La entropía como evidencia de asincronía tiene una alta correlación con la desviación estándar y el ancho de banda (ambos con alta consistencia para detectar a los pacientes con alta probabilidad de responder a al TCR) por lo cual podría utilizarse como un elemento mas en la toma de decisiones.

Mark J. Boogers et al evaluaron la concordancia del posicionamiento del electrodo ventricular (visto por fluoroscopia) con la zona de mayor retardo utilizando la fase de análisis del Gated-SPECT y la repuesta a la TCR si la relación era concordante o discordante; observaron que el 21% de los pacientes eran no respondedores a pesar de tener un posicionamiento concordante, notando que el electrodo esta localizado en o próximo una zona de infarto. (37),

Bleeker et al, evaluaron el efecto de la presencia de una zona de infarto de localización posterolateral en la repuesta a la TCR en 40 pacientes con insuficiencia cardiaca, demostrando una menor repuesta en quienes tenían la zona de infarto en esta ubicación en comparación con quienes la presentaban en otro sitio. (14% vs. 81%, $p < 0.05$). (39)

Es la primera vez que utilizando el Gated-SPECT se propone investigar la prevalencia de la concordancia entre la zona de máximo retardo y la zona de infarto en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada, previo a la implantación del resincronizador.

Es por medio de la presente que se abre un nuevo camino en las aplicaciones clínicas y practicas del Gated-SPECT para maximizar la repuesta a la TRC.

CONCLUSIONES

1. *La tomografía de emisión fotón único sincronizada con el electrocardiograma localiza las zonas de infarto y las zonas de máximo retardo en la activación ventricular.*
2. La mayoría de los pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilata la zona de máximo retardo en la activación ventricular es concordante con una zona de infarto.
3. Es posible que un valor de entropía mayor de 20% prediga de manera fiable la existencia de asincronía.
4. Existe una alta correlación entre la entropía con la desviación estándar y el ancho de banda.
5. La duración del QRS, la FEVI y los volúmenes ventriculares no predicen la presencia de asincronía en pacientes con cardiopatía isquémica en fase dilatada presente y por lo tanto no debería de tomarse como elementos aislados para decidir incluir a los pacientes a los protocolos de estudio de asincronía.

REFERENCIAS

- (1) Gheorghiade M, Bonow RO. Chronic heart failure in the United States: a manifestation of coronary artery disease. *Circulation* 1998;97:282–9.
- (2) Ramón José Cué-Carpio, Eduardo Bucio-Reta, Raúl Navarrete-Gaona, José F Guadalajara-Boo. Selección de pacientes a terapia de resincronización cardíaca, *Archivo de cardiología de México*. Vol. 77 Supl. 2/Abril-Junio 2007:S2, 14-23.
- (3) Mollema SA, Bleeker GB, Van der Wall EE, et al.: Usefulness of QRS duration to predict response to cardiac resynchronization therapy in patients with end-stage heart failure. *Am J Cardiol* 2007, 100:1665–1670.
- (4) Referencia: Xiao HB, Roy C, Fujimoto S, Gibson DG: Natural history of abnormal conduction and its relation to prognosis in patients with dilated cardiomyopathy. *Int J Cardiol*. 1996;53:163-70.
- (5) Bleeker GB, Schalij MJ, Molhoek SG, et al.: Relationship between QRS duration and left ventricular dyssynchrony in patients with end-stage heart failure. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004, 15:544–549.
- (6) Topol Eric. Tratamiento de resincronización cardíaca. Manual de medicina cardiovascular. Tercera edición. 2010.
- (7) Guadalajara Boo F. Insuficiencia Cardíaca. *Cardiología Sexta edición* .2006
- (8) Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, et al.: ACC/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline Update for Implantation of Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmia Devices): developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery and Society of Thoracic Surgeons. *Circulation* 2008, 117:e350–e408.

- (9) Guevara Eduardo; Sánchez Lucero, et al: Terapia de resincronización cardíaca. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Sociedad Cubana de Cardiología. Vol. 16, Nº 3, 2010
- (10) Cleland J, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al, for the Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) Study Investigators. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. N Engl J Med. 2005; 352:1539-49.
- (11) Ypenburg C, Van Bommel RJ, Delgado V, Mollema SA, Bleeker GB, Boersma E, et al. Optimal left ventricular lead position predicts reverse remodeling and survival after cardiac resynchronization therapy. J Am Coll Cardiol. 2008;52(17):1402–9.
- (12) Durrer D, Van Dam Rm, Freud GE et al. Total Excitation of the Isolated Human Heart. Circulation. 41(6):899-912, June 1970.
- (13) *Paul WX Foley MRCP, Francisco Leyva.* Avaliação da dissincronia: outrastécnicas. Simposio virtual internacional sobre terapia de resincronizacao cardiaca. www.cardios.com.br.
- (14) Mansoor MR, Heller GV. Gated SPECT Imaging. Semin Nucl Med 1999;29:271-8.
- (15) Maximiliano Diego-Domínguez, María A. Muxí-Pradas. Pronóstico de la enfermedad coronaria crónica mediante Gated-SPECT de perfusión miocárdica. Rev Esp Cardiol Supl. 2008;8:25B-34B Kaul S, Finkelstein DM, Homma S, Leavitt M, Okada RD, Boucher CA. Superiority of quantitative exercise thallium-201 variables in determining long-term prognosis in ambulatory patients with chest pain: a comparison with cardiac catheterization. J Am Coll Cardiol. 1988;12:25-34.
- (16) Hansen CL, Goldstein RA, Berman DS, Churchwell KB, Cooke CD, Corbett JR, et al. Myocardial perfusion and function single photon emission computed tomography. J Nucl Cardiol 2006;13: e97-120.

- (17) Referencia: FERNANDO MUT, MARIO BERETTA. Variables de alto riesgo para cardiopatía isquémica derivadas de los estudios de perfusión miocárdica en cardiología nuclear. REV URUG CARDIOL 2008; 23.
- (18) Hachamovitch R, Berman DS, Shaw LJ, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, et al. Incremental prognostic value of myocardial perfusion singlephoton emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. Circulation. 1998;97:535-43.
- (19) Referencia Maximiliano Diego-Domínguez y María A. Muxí-Pradas. Pronóstico de la enfermedad coronaria crónica mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. Evidencias clínicas y recomendaciones de la Gated-SPECT de perfusión miocárdica. Rev Esp Cardiol Supl. 2008;8:25B-34B.
- (20) Referencia: Zellwegwer MJ, Dubois EA, Lai S, Shaw LJ, Amanullah AM, Lewin HC, et al. Risk stratification in patients with remote prior myocardial infarction using rest-stress myocardial perfusion SPECT: Prognostic value and impact on referral to early catheterization. JNucl Cardiol 2002; 9: 23-32.
- (21) Pollock SG, Abbott RD, Boucher CA, Watson DD, Kaul S. A model to predict multivessel coronary artery disease from the exercise thallium-201 stress test. Am J Med. 1991;90:345-52.
- (22) Bax JJ, Abraham T, Barold SS, Breithardt OA, Fung JW, Garrigue S, et al. Cardiac resynchronization therapy: part 2—issues during and after device implantation and unresolved questions. J Am Coll Cardiol. 2005;46(12):2168–82.

- (23) Zainab Samad, MD, MHS,^a Allen E. Atchley, et al. Prevalence and predictors of mechanical dyssynchrony as defined by phase analysis in patients with left ventricular dysfunction undergoing gated SPECT myocardial perfusion imaging. *Journal of Nuclear Cardiology*. Published November 2007.
- (24) Michael Becker¹, Rafael Kramann¹, Andreas Franke¹, Ole-A. Breithardt, et al. Impact of left ventricular lead position in cardiac resynchronization therapy on left ventricular remodelling. A circumferential strain analysis based on 2D echocardiography. *Eur Heart J* (2007) 28 (10): 1211-1220.
- (25) Chung ES, Leon AR, Tavazzi L, et al.: Results of the Predictors of Response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation* 2008, 117:2608–2616.
- (26) Ypenburg C, Van Bommel RJ, Delgado V, Mollema SA, Bleeker GB, Boersma E, et al. Optimal left ventricular lead position predicts reverse remodeling and survival after cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(17):1402–9.
- (27) Ypenburg C, Schalij MJ, Bleeker GB, et al.: Impact of viability band scar tissue on response to cardiac resynchronization therapy in ischaemic heart failure patients. *Eur Heart J* 2007, 28:33–41.
- (28) Ji Chen & Mark M. Boogers & Jeroen J. Bax & Prem Soman & Ernest V. Garcia. The Use of Nuclear Imaging for Cardiac Resynchronization Therapy. *Curr Cardiol Rep* (2010) 12:185–191.
- (29) Joan Castell-Conesa^a, Santiago Aguadé-Bruixa, Amparo García-Burillo. Reproducibilidad de la gated-SPECT de perfusión miocárdica en la valoración de la función ventricular y su comparación con la ventriculografía isotópica. *Rev Esp Cardiol* 2004;57(10):931-8

- (30) Sharir T, Germano G, Kavanagh PB, Lai S, Cohen I, Lewin HC, et al. Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 1999; 100:1035-42.
- (31) Referencia: 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. *J Nucl Cardiol* 2005;12:687-95.
- (32) Mark A. Trimble, Salvador Borges-Neto, Stuart Smallheiser, Ji Chen, Emily F. Honeycutt, Linda K. Shaw, Jaekyeong Heo, 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* 299 Volume 14, Number 3;298-307.
- (33) Mar A, Salvador Borges, Emily F, et al. Evaluacion of mechanical dyssynchrony and myocardial perfusion using phase analysis of gated spect imaging in patients with left ventricular dysfunction. *Journal of nuclear cardiology*, volume 15, Nuber 5;663-670.
- (34) Referencia Trimble MA, Velazquez EJ, Adams GL, et al. Repeatability and reproducibility of phase analysis of gated SPECT myocardial perfusion imaging used to quantify cardiac dyssynchrony. *Nucl Med Commun* 2008;29:374-81.
- (35) Henneman MM, Chen J, Dibbets P, Stokkel M, Bleeker GB, Ypenburg C et al. Can LV dyssynchrony as assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT predict response to CRT? *J Nucl Med* 2007;48:1104-11.

- (36) Guido Germano, PhD, Paul B. Kavanagh, MS, Piotr J. Slomka, PhD, Serge D. Van Kriekinge, PhD, a, c Geoff Pollard, BS, and Daniel S. Berman, Quantitation in gated perfusion SPECT imaging: The Cedars-Sinai approach. American Society of Nuclear cardiology. doi:10.1016/j.nuclcard.2007.06.008.
- (37) Mark J. Boogers & Ji Chen & Rutger J. van Bommel & C. Jan Willem Borleffs, et al. Optimal left ventricular lead position assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* (2011) 38:230–238.
- (38) Gabe B. Bleeker et al. Cardiac Resynchronization Therapy in Patients With a Narrow QRS Complex. *Journal of the American College of Cardiology* Volume 48, Issue 11, 5 December 2006, Pages 2243-2250.
- (39) Bleeker GB, Kaandorp TA, Lamb HJ, Boersma E, Steendijk P, de Roos A. Effect of posterolateral scar tissue on clinical and echocardiographic improvement after cardiac resynchronization therapy. *Circulation*. 2006;113(7):969–76