



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

**PATRONES DE ASINCRONÍA VENTRICULAR EN EL BLOQUEO DE
RAMA IZQUIERDA COMPLETO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA

PRESENTA:

DR. JOSÉ ANDRÉS MATEOS MARTÍNEZ

TUTOR DE TESIS:

DR. SALVADOR HERNANDEZ SANDOVAL

Cardiólogo adjunto al servicio de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología
Ignacio Chávez

Ciudad de México
Julio 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS
PATRONES DE ASINCRONÍA VENTRICULAR EN EL BLOQUEO DE RAMA IZQUIERDO COMPLETO

Director de Enseñanza del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

Dr. Carlos Sierra Fernández
Director de Enseñanza

Tutor de Tesis

Dr. Salvador Hernández Sandoval
Cardiólogo adjunto al servicio de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de
Cardiología Ignacio Chávez

Tesista

Dr. José Andrés Mateos Martínez

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

Título:

"Patrones de asincronía ventricular en el bloqueo de rama izquierda completo"

Tesista:

Dr. José Andrés Mateos Martínez

Residente de la Especialidad en Cardiología del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

Tutor de Tesis:

Dr. Salvador Hernández Sandoval

Cardiólogo adjunto al servicio de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo está dedicado a mi familia por su incansable apoyo a lo largo de mi carrera como médico.

A mi asesor de tesis por su tiempo, dedicación, compromiso y esmero.

A mis maestros del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, por su contribución en mi formación como cardiólogo con el firme propósito de servir a la nación en la prevención y solución de enfermedades cardiovasculares.

INDICE

MARCO TEÓRICO	6
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO Y OBJETIVOS	13
JUSTIFICACIÓN	14
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS	15
METODOLOGÍA	15
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	20
CONCLUSIÓN	20
GRÁFICOS Y FIGURAS	21
BIBLIOGRAFÍA	36

MARCO TEÓRICO

Por definición un bloqueo de rama izquierda, de acuerdo con las guías actuales, es un indicador de oclusión arterial; considerando los criterios descritos por Sgarbossa, que asocia la elevación del segmento ST con bloqueo de rama izquierda y la incidencia de alteraciones en la circulación coronaria misma que tiene una incidencia entre 4.5% y 5.5% con frecuencia asociados a infartos extensos además de alteraciones en la mecánica ventricular (1,2).

La función del corazón como bomba requiere una activación electromecánica sincrónica. La asincronía electromecánica puede alterar el patrón de contracción cardiaca. El bloqueo de rama izquierda es un ejemplo de asincronía ventricular que tiene múltiples componentes, entre ellos, la asincronía de los músculos papilares por el retraso de la conducción ventricular que ocasiona un retraso en la contracción de músculos papilares y que causa insuficiencia mitral funcional. (2,3,4).

El movimiento retrasado de determinadas zonas del ventrículo izquierdo (pared lateral o septum interventricular) conlleva una reducción en las fuerzas de cierre de la válvula mitral por el descenso en el volumen sistólico que la contracción mecánica asincrónica ocasiona. Esta asincronía que acompaña al bloqueo de rama izquierda no siempre se acompaña de disfunción sistólica del ventrículo izquierdo ya que la asincronía ventricular suele comportarse, en ocasiones como un fenómeno eléctrico y no siempre traduce un efecto significativo en la mecánica ventricular (5,6,7).

En pacientes sanos, el bloqueo de rama izquierda no tiene repercusión clínica, pero si puede condicionar sobrecarga funcional en corazones estructuralmente anormales. En el bloqueo de rama izquierda, el desplazamiento hacia la izquierda en la sístole del ventrículo derecho coincide con la diástole tardía izquierda disminuyendo el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (8,9,10)

Recientemente el efecto del bloqueo de rama izquierda, los fenómenos eléctricos y sus efectos mecánicos en la contracción ventricular ha sido estudiada, por métodos de imagen cardíaca desde ecocardiograma, hasta novedosos software en resonancia magnética cardíaca y SPECT (11,12)

En el ecocardiograma, la disincronía intraventricular es evaluada en Modo M, por medio del retraso existente entre el movimiento del tabique interventricular y el de la pared posterior. Un valor mayor de 50 ms se considera como disincronía. A través del Doppler tisular, el cual es considerado como la técnica ecocardiográfica más usada para evaluar disincronía, al observar el máximo retraso del pico sistólico en la pared lateral con valor de punto de corte de 100 ms. Por otra parte, la disincronía interventricular, se obtiene midiendo la diferencia entre los periodos expulsivos ambos ventrículos a través del espectro del Doppler pulsado, el valor para determinar disincronía es de 40 a 50 ms. (13,14)

La evaluación de disincronía del VI con la resonancia magnética de corazón puede realizarse con diversos métodos, entre ellos se pueden mencionar las secuencias de pulso de gradiente eco de cine rápidas, la tensión derivada de la RMC y la codificación de la velocidad. La secuencia de eco gradiente de precesión libre en fase estable se utiliza con frecuencia para evaluación volumétrica y funcional del ventrículo izquierdo. Con base a la metodología previamente descrita se han podido obtener diversos índices para valorar la disincronía ventricular, entre ellos destaca el índice de sincronización ventricular obtenido por el desvío estándar de todas las desviaciones de fase segmentaria del movimiento radial de la pared y que predice morbilidad y mortalidad luego de la colocación de un resincronizador. Otros índices utilizados son el tiempo como estimación de disincronía (STd-16) y la fracción del flujo interno. (15,16,17)

En cardiología nuclear, mediante algunas versiones de procesamiento del programa Gated-SPECT, se puede evaluar la sincronía del ventrículo izquierdo. Esta técnica es conocida como análisis de fase y fue desarrollada en el 2005 por Chen et al. La técnica consiste básicamente en obtener información en la perfusión miocárdica, parámetros funcionales de sincronía mecánica ventricular izquierda, detección de territorios no viables y movilidad septal. Tiene la ventaja de que es reproducible y no es operador dependiente, además que no requiere tiempo extra del estudio para su interpretación, es decir, no requiere una fase más, para la obtención de las variables (18,19, 20)

La obtención de parámetros de análisis de fase, requiere de complejos cálculos matemáticos que son realizados por el programa y generalmente se expresa en grados, en el rango comprendido en un periodo desde el inicio hasta el fin del ciclo cardiaco. Estos valores son obtenidos por cada segmento del ventrículo izquierdo indican en que parte del ciclo cardiaco inicia la contracción ventricular. Esto mediante el análisis de fase permite, obtener de forma cuantitativa la medición de la sincronía ventricular izquierda considerando una mayor sincronía a mayor grado de dispersión temporal (21,22)

El análisis de fase se basa en el efecto del volumen parcial, el cual provoca que las cuentas máximas regionales del VI en el SPECT de perfusión son proporcionales al grosor de la pared miocárdica en esa región. Esta relación lineal indica que las variaciones en las cuentas máximas regionales a lo largo del ciclo cardíaco representan el engrosamiento parietal en la misma región; o sea, el miocardio se verá más “intenso” por aparente mayor conteo durante la sístole y lo inverso durante la diástole, en que el grosor de la pared disminuye. El análisis de fase aproxima estas variaciones mediante las funciones armónicas de Fourier (aplicando la primera armónica) para medir el inicio de la contracción mecánica (ICM). Esta información de la fase está relacionada al intervalo de tiempo transcurrido entre el inicio de la adquisición y el momento en que una región empieza a contraerse, permitiendo analizar cuán uniforme o homogénea es la distribución de estos intervalos de tiempo para todo el ventrículo; en otras palabras, permite medir la sincronía de la contracción ventricular (23,24)

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 del 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. El procedimiento es totalmente automático y aplica la primera armónica de Fourier a los puntos del engrosamiento parietal para obtener una línea continua. (25,26,27)

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. El histograma se muestra en un sistema de coordenadas; en el eje X se representa el ciclo cardiaco de 0° a 360°; en pacientes con frecuencia cardiaca 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. Ya que los estudios de Gated SPECT son generalmente adquiridos en 8 o 16 frames por ciclo cardíaco, estos datos son percibidos como de baja resolución temporal. Es importante tener en cuenta que el análisis de fase, al usar una función armónica continua de Fourier, aproxima los sutiles cambios en el grosor parietal en los diferentes puntos. La diferencia entre adquirir 8 o 16 frames por ciclo es de tan solo $0,5^\circ$ demostrando que la aproximación mediante la armónica de Fourier mejora la resolución temporal de las medidas del análisis de fase (28,29)

La evaluación de la sincronía ventricular izquierda del bloqueo de rama izquierda con Gated-SPECT permite evaluar el retraso en la secuencia de activación del ventrículo izquierdo (VI), que ocasiona una disrupción de su mecánica contráctil por asincronía. Sin embargo, este patrón de asincronía en el bloqueo de rama izquierda es poco descrito, al menos por este método (30)

Se han postulado varios mecanismos subyacentes que pueden explicar el BCRIHH, incluyendo una miocarditis subclínica, un proceso fibrótico degenerativo que involucra al sistema de conducción, presencia de enfermedad coronaria (EC) e incluso isquemia funcional. Sin embargo, el BRIHH está presente en muchos sujetos sanos sin evidencia de cardiopatía estructural. (31)

En el bloqueo de rama izquierda del haz de His, se producen consecuencias mecánicas y hemodinámicas, debido a una asincronía en 3 localizaciones: auriculoventricular, intraventricular e interventricular. La asincronía intraventricular (AIV) supone una desincronización de la contracción del septo con respecto a la pared lateral, lo que causa un peor rendimiento hemodinámico debido a ineficacia de la contracción de parte del ventrículo, y puede ocasionar una insuficiencia mitral por afectar a la contractilidad de los músculos papilares. Esto se traduce en una reducción de la fracción de eyección (FE) y de la contractilidad cardíaca, y promueve situaciones anormales de estrés de pared (32)

Las publicaciones actuales con respecto a esta asincronía en el bloqueo de rama izquierda evaluado por SPECT está poco descrita. Aunque existen publicaciones de sincronía ventricular analizada a través de SPECT, poco se sabe de los patrones de asincronía en el bloqueo rama izquierda. La importancia de poder evaluar sincronía ventricular en el bloqueo de rama izquierda conlleva a importantes aplicaciones como por ejemplo ser un predictor de la respuesta a la terapia de sincronización cardíaca. Además, podría ser un importante factor de riesgo cardiovascular (cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, miocardiopatía dilatada, arritmias ventriculares y muerte súbita) (33)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en revisar estudios Gated-SPECT y expedientes clínicos desde enero de 2018 hasta diciembre de 2018 de pacientes con bloqueo de rama izquierda completo a los se les realizó un Gated-SPECT (Tomografía computarizada de emisión monofónica) cardíaco, los cuales fueron enviados para descartar isquemia o infarto, o bien para estratificación de riesgo de enfermedad coronaria, a través de estudio de perfusión cardiaca.

OBJETIVO GENERAL

Describir patrones de asincronía ventricular en el bloqueo de rama izquierda completo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer correlación entre duración de QRS, ancho de banda y entropía en pacientes con bloqueo de rama izquierdo del haz de His completo (BRIHHC)
- Evaluar la relación entre fracción de expulsión y parámetros de asincronía ventricular.
- Evaluar la función diastólica y asincronía ventricular.
- Determinar el comportamiento asincrónico del ventrículo izquierdo en pacientes con bloqueo de rama izquierda completo sin enfermedad coronaria ni cardiopatía estructural.

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El bloqueo de rama izquierda del haz de His (BRIHH) se asocia a patología cardiovascular de alta prevalencia, como la enfermedad coronaria, estenosis aórtica, calcificación del anillo aórtico, hipertensión arterial, cardiomiopatía dilatada, entre otras. El significado pronóstico de la presencia de un BRIHH depende de la población estudiada. En el estudio Framingham se encontró que los pacientes asintomáticos y sin alteración cardíaca estructural tienen buen pronóstico, mientras que, en pacientes con alteración estructural, tienen un pobre pronóstico con una mortalidad a 10 años del 50%, que es cinco veces mayor que en la población sin BRIHH. En el estudio CASS, la presencia de BRIHH fue un importante predictor de mortalidad. Los trastornos de la conducción, manifestados por un complejo QRS prolongado, son frecuentes en los pacientes con disfunción sistólica e insuficiencia cardíaca (IC), sin embargo, hay pocas descripciones si el patrón que correlacionan si este fenómeno eléctrico se correlaciona con asincronía ventricular evaluada por métodos de imagen y que modifica el patrón de contracción de las diferentes regiones del ventrículo izquierdo y que condiciona disfunción ventricular izquierda.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que el comportamiento asincrónico del ventrículo izquierdo está descrito por otras técnicas de imagen, la valoración por SPECT es aún poco conocida. La importancia del reconocimiento de una técnica de imagen no invasiva, reproducible, no operador dependiente y que es compatible en determinados contextos clínicos (pacientes con dispositivos intracardiacos) hacen del Gated SPECT una herramienta

para el clínico en la evaluación de pacientes con bloqueo de rama izquierda completo además de evaluar la respuesta a la terapia con resincronizador cardiaco.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el patrón de asincronía ventricular izquierda en pacientes con bloqueo de rama izquierda?

HIPÓTESIS

En pacientes con bloqueo completo de rama izquierda del haz de His, el estudio de perfusión miocárdica Gated SPECT puede determinar un patrón característico de asincronía ventricular izquierda asociado a retardo en la contracción de la pared lateral.

METODOLOGÍA

- A) Diseño del estudio: Descriptivo, observacional, transversal, retrospectivo.
- B) Población del estudio.
 - a. Criterios de inclusión.
 - 1. Pacientes de cualquier sexo y grupo étnico con diagnóstico electrocardiográfico de bloqueo de rama izquierda completo
 - 2. Contar con el estudio Gated SPECT disponible y con adecuada calidad en la imagen de perfusión y en la sincronización con el electrocardiograma para obtener los datos de la función ventricular izquierda.
 - b. Criterios de exclusión.
 - 1. Estudio con Gated-SPECT incompleto.
 - 2. Mala calidad del estudio.

Criterios de eliminación.

1. Pacientes con bloqueo de rama izquierda asociado a marcapasos.

C) Tamaño de la muestra.

Se realizó muestreo no probabilístico, por conveniencia, en pacientes que reunieron los criterios de inclusión en un periodo de tiempo de enero de 2018 a diciembre de 2018

D) Análisis estadístico.

En la estadística descriptiva las variables cuantitativas se resumieron en media, mediana y desviación estándar, en el caso de las cualitativas con frecuencias y proporciones.

Para el análisis estadístico de las variables numéricas se determinó el tipo de distribución con la prueba de ShapiroWilk. Puesto que la distribución fue no normal para la mayoría de las variables de estudio, las correlaciones se analizaron con el coeficiente de correlación rho(ρ) con IC al 95% mediante prueba de Spearman y las diferencias en medias y medianas se contrastaron con la prueba de Mann Whitney Wilcoxon. En caso de existir correlación se consideró, de acuerdo al coeficiente ρ , como mínima (0.0 a 0.2), baja (0.2 a 0.4), moderada (0.4 a 0.6), buena (0.6 a 0.8) y muy buena (0.8 a 1.0), ya fuera positiva o negativa. En el caso de las variables cualitativas, las diferencias en proporciones se analizaron con la prueba de Ji al cuadrado. En todos los casos se consideró un valor p estadísticamente significativo < 0.05 . Para los intervalos de confianza del coeficiente de correlación se consideró estadísticamente significativo si además no incluía el valor de 0. El análisis

estadístico se efectuó con el programa R versión 3.5.1 a través de R Commander versión 2.4-4.

E) Resultados esperados.

- a. Utilidad y aplicabilidad. El presente estudio pretende demostrar que la evaluación de la asincronía ventricular determinada por el retardo intraventricular en el SPECT mediante análisis de fase es una herramienta útil para valorar contractilidad miocárdica en diversos segmentos del ventrículo izquierdo y constituye una herramienta de imagen para valorar asincronía en pacientes con bloqueo de rama izquierda, así como valorar respuesta de la terapia con resincronizador cardiaco en pacientes con insuficiencia cardiaca.
- b. Valor social y valor en salud pública. Se plantea el reconocimiento del SPECT en la evaluación de la asincronía ventricular en el contexto de pacientes con bloqueo de rama izquierda y en la identificación de alteraciones en la sincronía como factor de riesgo para enfermedad cardiovascular así como marcador independiente de mal pronóstico, siendo más confiable y útil que la duración del QRS y la FEVI, determinada por análisis de fase mediante SPECT y cuya presencia nos permite implementar medidas profilácticas en la aparición de complicaciones y seleccionar a los pacientes candidatos para resincronización cardíaca.

RESULTADOS

Se evaluaron 55 pacientes con estudio de Gated-SPECT y con electrocardiograma con bloqueo de rama izquierda completo, realizados del 01 de enero del 2018 al 31 de diciembre del 2019. Se excluyeron 16 pacientes (29%), 10 por encontrarse incompletos los datos (18.8) y 8 (14.6%) por mala calidad del estudio. Se continuó el análisis estadístico con 39 pruebas (70.9%). Se utilizaron parámetros de análisis de fase para determinar sincronía ventricular (entropía, ancho de banda y desviación estándar). Se correlacionó la duración del QRS con sincronía ventricular (parámetros de análisis de fase) y solo la entropía mostró correlación con un tipo de distribución normal, utilizando prueba de Shapiro-Wilk, ver tabla 1 y 2. Mediante el coeficiente de correlación rho (ρ) de Spearman se valoró la correlación de fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, obteniendo un grado de correlación moderada al evaluar desviación estándar, ancho de banda y entropía, mientras que el retardo de la pared lateral, no mostró correlación. Ver tabla 3 y 5. Se estableció la buena correlación entre volumen diastólico y volumen sistólico y sincronía ventricular izquierda en pacientes infartados, aunque el retardo de la pared lateral con menor grado. En pacientes sin infarto con BRIHH completo, se observó la frecuencia de defecto de perfusión septal en 80% de los pacientes estudiados, análogamente este hallazgo fue similar cuando se estudió la movilidad septal, la cual estuvo alterada en pacientes sin infarto. No hubo diferencia en la población con BRIHH e infarto ($n = 14$), el comportamiento asincrónico se comportó de forma parecida a la población sin infarto (tabla 19), aunque el retardo lateral y la sincronía ventricular tuvo mayor correlación, posiblemente asociada a la zona inactivable de la conducción que acompaña al tejido miocárdico de pacientes infartados.

DISCUSIÓN

El fenómeno eléctrico y las alteraciones en la conducción que produce el bloqueo completo de rama izquierda del Haz de His, ha sido estudiada ampliamente. Numerosos reportes en la literatura mundial describen que el BCRIHH ocasiona alteraciones en la mecánica ventricular, que representa un factor de riesgo cardiovascular emergente e independiente. Strauss et al, describió que la duración del complejo QRS en pacientes con bloqueo de rama izquierda produce un retraso en la conducción, concluyendo que la primera muesca representa el momento en que el frente de la onda de despolarización eléctrica alcanza el endocardio del VI, mientras que la segunda muesca ocurre cuando el frente de la onda de despolarización comienza a alcanzar el epicardio de la pared posterolateral. Teóricamente este retraso en la conducción ocasionaría en sí mismo alteraciones en la mecánica ventricular. Sin embargo, en nuestro estudio, no encontramos que la duración del complejo QRS se relacione de forma lineal con el grado de asincronía del ventrículo izquierdo.

Shimizuci y colaboradores describieron que el grado de asincronía, medido por entropía en pacientes con BCRIHH condiciona un peor pronóstico en pacientes estudiados con SPECT. Henneman evaluó otros parámetros de análisis de fase en relación con disincronía, pero no pudo establecer valores de corte para determinar grado de asincronía ventricular. En nuestra población se estudió a pacientes que fueron enviados con diagnóstico de probable cardiopatía isquémica y BCRIHH, así como pacientes ya conocidos con el diagnóstico de infarto de miocardio para

reestratificación de riesgo. Se evaluaron mediante ancho de banda, desviación estándar y entropía. Estos parámetros se correlacionaron de forma similar en grado, con las variables independientes utilizando. Los resultados en el presente estudio tuvieron adecuada correlación con fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, así como volúmenes telesistólicos y telediastólicos en pacientes con infarto y sin infarto, sin embargo, no tuvo adecuada correlación entre la duración del complejo QRS y el grado de asincronía ventricular.

LIMITACIONES DE ESTUDIO:

La principal limitación del estudio, fueron las características demográficas de la población, ya que fue realizada en pacientes con comorbilidades y en pacientes, en su mayoría de la sexta década de la vida; esto limitaría la comprensión de la asincronía ventricular en pacientes más jóvenes. A semejanza de los otros estudios, no se pudo establecer valores de corte en los parámetros de análisis de fase.

CONCLUSIÓN

En población mexicana de pacientes enviados a estudio de Gated SPECT, con bloqueo completo de rama izquierda del haz de His no hubo correlación entre la duración del complejo QRS y el grado de asincronía ventricular izquierda. Mientras que la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, definidas con Gated SPECT como normal (>50%) o anormal (<50%), así como los volúmenes en telediástole y telesístole tuvieron una correlación adecuada o buena. No hubo diferencia entre el comportamiento asincrónico en pacientes con BCRIHH en pacientes con infarto y sin infarto, aunque el retardo de la pared lateral fue de mayor grado en pacientes con infarto.

Tablas y figuras.

1. Tipo de distribuciones de la duración del QRS y de los parámetros de sincronía ventricular izquierda.

	Valor de p (Prueba de ShapiroWilk)	Tipo de distribución
Duración del QRS (ms)	0.000005762	No normal
Desviación estándar	0.00007519	No normal
Ancho de banda	0.00002621	No normal
Entropía	0.261	Normal
Retardo lateral	0.000002543	No normal

2. Correlación entre la duración del QRS y los parámetros de sincronía ventricular

	Coeficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
QRS y DE	0.1686347	0.3048	Sin correlación
QRS y AB	0.2050379	0.2105	Sin correlación
QRS y entropía	0.320345	0.04679	Baja
QRS y retardo lateral	0.1686876	0.3046	Sin correlación

3. Correlación entre la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda

	Coeficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
FE y DE	-0.5510049	0.0002779	Moderada
FE y AB	-0.5280392	0.0005505	Moderada
FE y entropía	-0.5974954	0.00005919	Moderada
FE y retardo lateral	-0.2173973	0.1837	Sin correlación

4. Correlación entre volumen telediastólico del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda

	Coeficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
VTD y DE	0.5477024	0.0003075	Moderada
VTD y AB	0.5514686	0.0002739	Moderada
VTD y entropía	0.4665116	0.002757	Moderada
VTD y retardo lateral	0.5548406	0.0002467	Moderada

5. Correlación entre volumen telesistólico del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
VTS y DE	0.6749557	0.000002444	Buena
VTS y AB	0.6411225	0.00001096	Buena
VTS y entropía	0.663318	0.000004184	Buena
VTS y retardo lateral	0.426127	0.006833	Moderada

6. Diferencia entre los parámetros de sincronía ventricular izquierda entre función sistólica normal (FE > 50 %) y anormal (FE ≤ 50 %)

	Función sistólica normal n = 22	Función sistólica anormal n = 17	Valor de p
DE media (mediana)	14.47273 (13.7)	22.17647 (18.4)	0.01483
AB media (mediana)	54.27273 (54)	77.47059 (60)	0.01259
Entropía media (mediana)	47.68182 (50)	57.47059 (56)	0.002065
Retardo lateral media (mediana)	25.13636 (24.5)	32.05882 (30.0)	0.809

7. Diferencia entre los parámetros de sincronía ventricular izquierda entre función diastólica normal y anormal

	Función diastólica normal n = 11	Función diastólica anormal n = 28	Valor de p
DE media (mediana)	13.26364 (12.10)	19.62500 (17.15)	0.04743
AB media (mediana)	51.27273 (48)	69.53571 (60)	0.1716
Entropía media (mediana)	48.54545 (47.0)	53.28571 (54.5)	0.1888
Retardo lateral media (mediana)	15.81818 (17.00)	33.00000 (26.75)	0.005047

8. Diferencia entre los parámetros de sincronía ventricular entre sujetos sin y con infarto antiguo

	Sin infarto n = 25	Con infarto antiguo n = 14	Valor de p
DE media (mediana)	14.208 (13.3)	24.300 (20.4)	0.001643
AB media (mediana)	54.00000 (54)	82.92857 (75)	0.004445
Entropía media (mediana)	47.76000 (51)	59.42857 (58)	0.000428
Retardo lateral media (mediana)	23.48 (20.0)	36.50 (31.5)	0.2398

9. Diferencia en la fracción de expulsión y volúmenes ventriculares entre sujetos sin y con infarto antiguo

	Sin infarto n = 25	Con infarto antiguo n = 14	Valor de p
FE media (mediana)	58.57730 (60.22727)	45.95274 (44.91772)	0.01702
VTD media (mediana)	67.0400 (66)	122.2143 (119)	0.00021
VTS media (mediana)	27.36000 (28.0)	70.57143 (59.5)	0.0005783

10. Correlación entre duración del QRS y parámetros de sincronía en sujetos sin infarto (n = 25)

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
QRS y DE	0.2032366	0.3299	Sin correlación
QRS y AB	0.2406091	0.2466	Sin correlación
QRS y entropía	0.2842407	0.1685	Sin correlación
QRS y retardo lateral	0.06853137	0.7448	Sin correlación

11. Correlación entre la fracción de expulsión y los parámetros de sincronía del ventrículo izquierdo en sujetos sin infarto (n = 25)

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
FE y DE	-0.3851482	0.05727	Sin correlación
FE y AB	-0.4027835	0.0459	Moderada
FE y entropía	-0.447958	0.02473	Moderada
FE y retardo lateral	-0.1905174	0.3617	Sin correlación

12. Correlación entre volumen telediastólico y los parámetros de sincronía del ventrículo izquierdo en sujetos sin infarto (n = 25)

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
VTD y DE	0.1872472	0.3701	Sin correlación
VTD y AB	0.1699763	0.4166	Sin correlación
VTD y entropía	0.08531176	0.6851	Sin correlación
VTD y retardo lateral	0.6936899	0.0001204	Buena

13. Correlación entre volumen telesistólico y los parámetros de sincronía del ventrículo izquierdo en sujetos sin infarto (n = 25)

	Coeficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
VTS y DE	0.4438884	0.02623	Moderada
VTS y AB	0.4317471	0.03115	Moderada
VTS y entropía	0.4470595	0.02505	Moderada
VTS y retardo lateral	0.4721129	0.01718	Moderada

14. Localización del mayor retardo en la contracción ventricular izquierda en sujetos sin infarto (n = 25)

	Frecuencia	Proporción
Lateral	23	92
Inferior	1	4
Sin retardo	1	4

15. Frecuencia de defecto de perfusión septal en sujetos sin infarto

	Frecuencia	Proporción
Con defecto septal	20	80
Sin defecto septal	5	20

16. Frecuencia de movilidad septal anormal en sujetos sin infarto

	Frecuencia	Proporción
Con movimiento septal anormal	15	60
Con movimiento septal normal	10	40

17. Relación entre movilidad y perfusión septal en sujetos sin infarto

	Perfusión septal normal	Hipoperfusión septal
Movimiento septal normal	3 (30 %)	7 (70 %)
Movimiento septal anormal	2 (13.3 %)	13 (86.7 %)

p = 0.3074

18. Correlación entre la duración del QRS y los parámetros de sincronía en sujetos con infarto (n = 14)

	Coeficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
QRS y DE	0.135147	0.645	Sin correlación
QRS y AB	0.1365037	0.6417	Sin correlación

QRS y entropia	0.5250516	0.05387	Sin correlación
QRS y retardo lateral	0.2718214	0.3472	Sin correlación

19. Correlación entre FE y parámetros de sincronía en sujetos con infarto (n = 14)

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
FE y DE	-0.8813187	2.2e-16	Muy buena
FE y AB	-0.781393	0.0009657	Buena
FE y entropia	-0.7491827	0.002042	Buena
FE y retardo lateral	-0.2772279	0.3373	Sin correlación

20. Correlación entre VTD y parámetros de sincronía ventricular en sujetos con infarto (n = 14)

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
VTD y DE	0.7007719	0.0000006783	Buena
VTD y AB	0.67892	0.000002024	Buena
VTD y entropia	0.5686234	0.0001589	Moderada
VTD y retardo lateral	0.4278594	0.006586	Moderada

21. Correlación entre VTS y parámetros de sincronía ventricular en sujetos con infarto (n = 14)

	Coefficiente de correlación de Spearman (Rho)	Valor de p	Grado de correlación
VTS y DE	0.6749557	0.000002444	Buena
VTS y AB	0.6411225	0.00001096	Buena
VTS y entropia	0.663318	0.000004184	Buena
VTS y retardo lateral	0.426127	0.006833	Moderada

22. Localización del infarto

	Frecuencia	Proporción
Anterolateral	1	7.14
Anteroseptal	3	21.43
Apical	1	7.14
Apical e inferior	1	7.14
Apical y anteroseptal	2	14.29
Inferior	5	35.7
Inferolateral	1	7.14

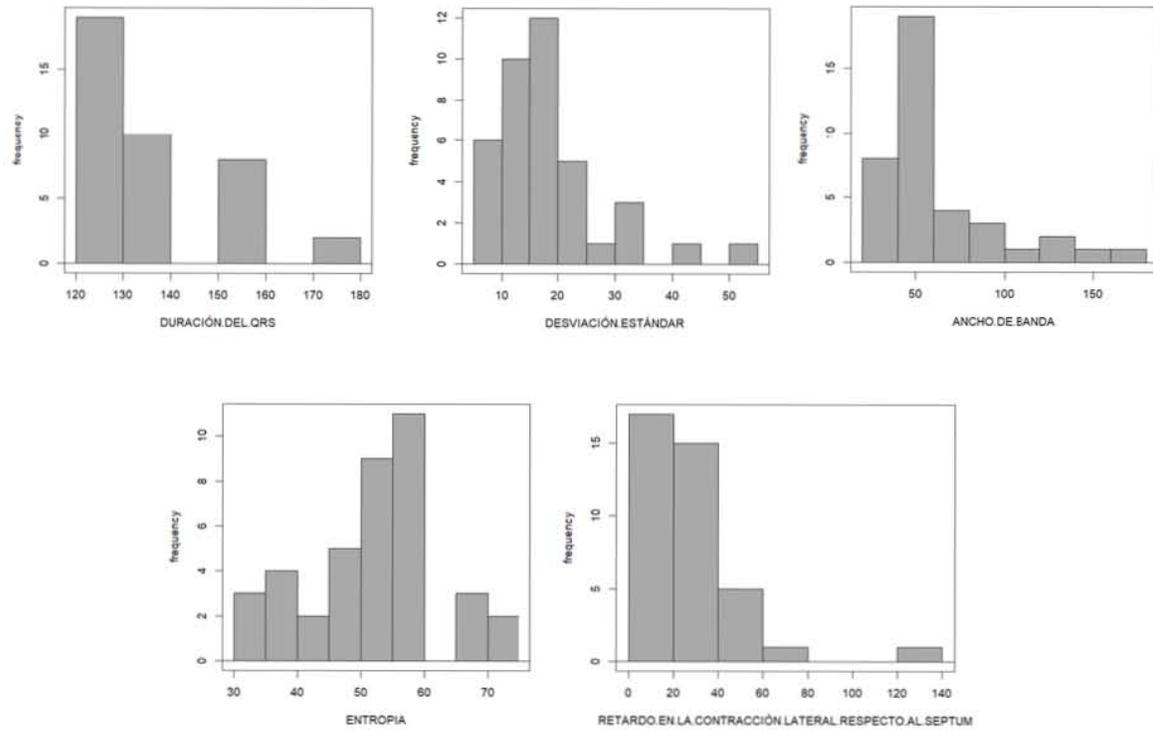


Figura 1. Tipo de distribuciones de la duración del QRS y de los parámetros de sincronía ventricular izquierda. Solo la entropía muestra distribución normal

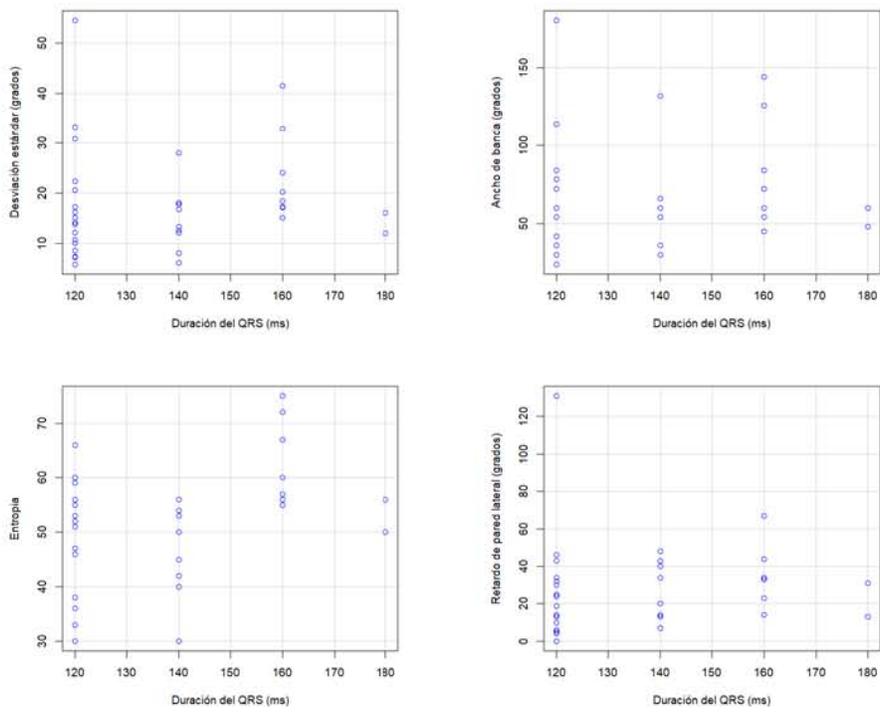


Figura 2. Correlación entre la duración del QRS y los parámetros de sincronía ventricular en sujetos con BCRIHH (n = 39). No se encontró correlación con ningún parámetro

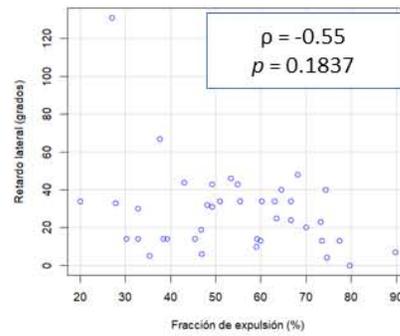
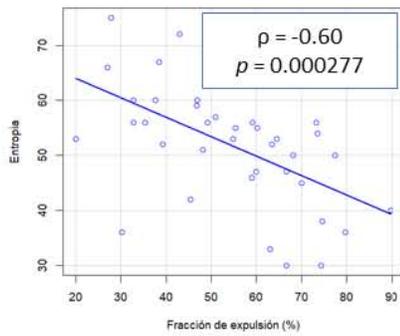
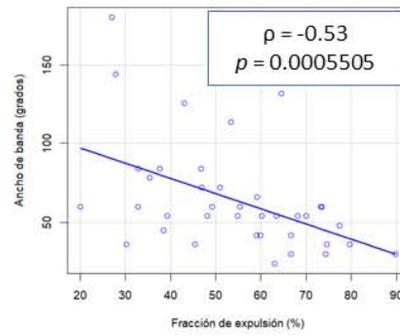
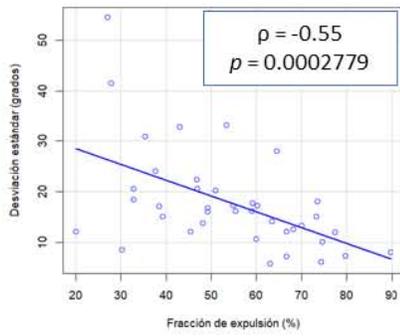


Figura 3. Correlación entre la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda en sujetos con BCRHH (n = 39). Se encontró correlación lineal negativa con DE, AB y entropía

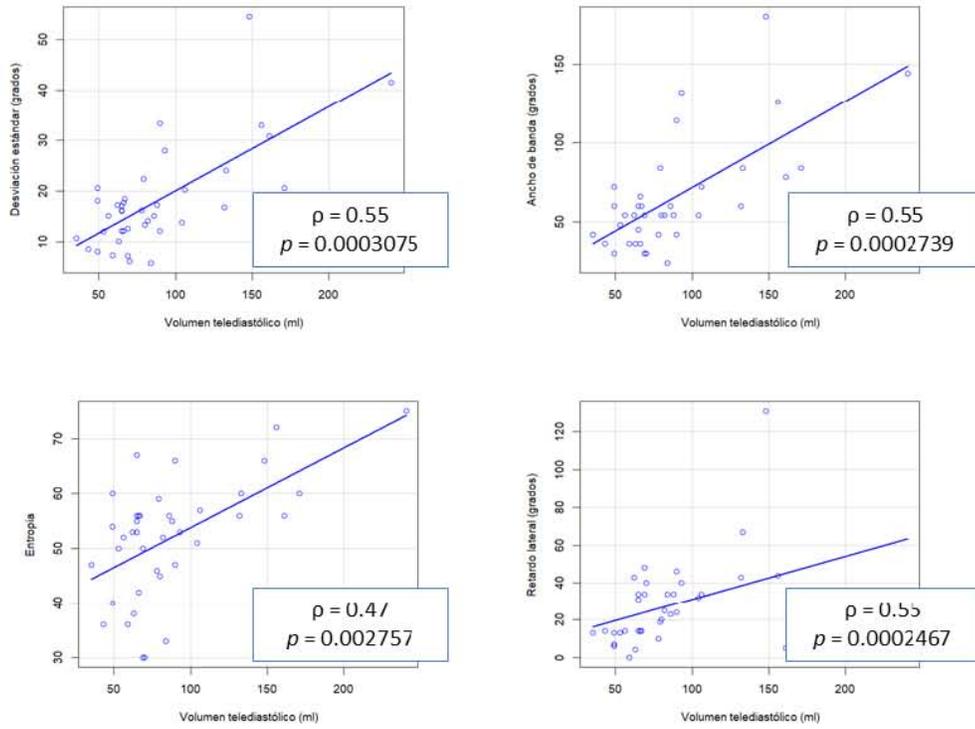


Figura 4. Correlación entre volumen telediastólico del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda en sujetos con BCRHH (n = 39). Se encontró correlación lineal positiva con DE, AB, entropía y retardo lateral

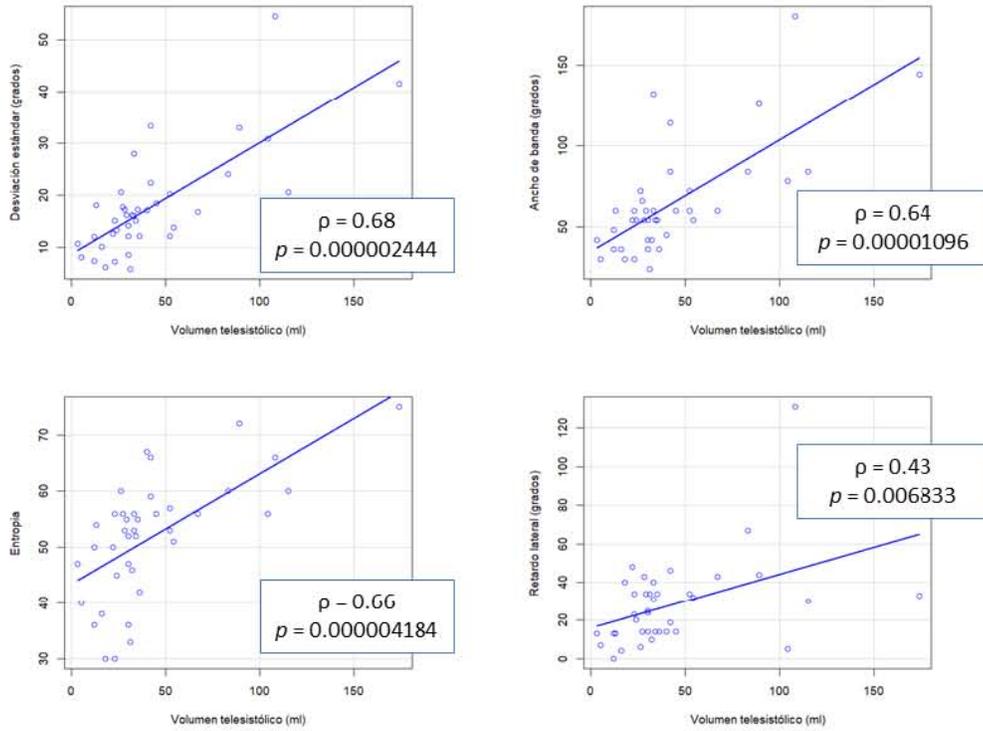


Figura 5. Correlación entre volumen telesistólico del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda en sujetos con BCRHH (n = 39). Se encontró correlación lineal positiva con DE, AB, entropía y retardo lateral

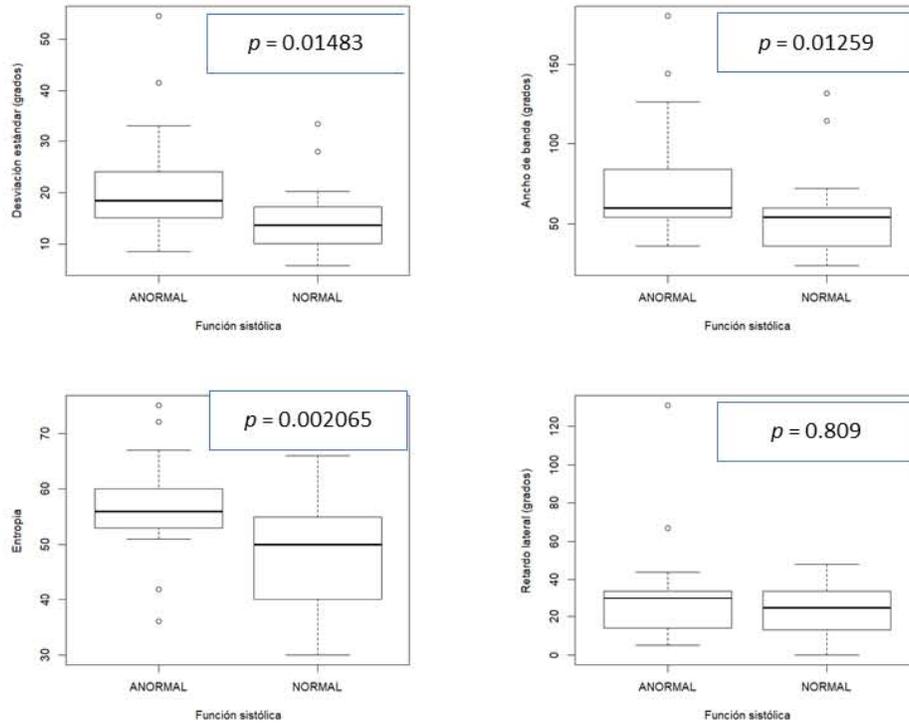


Figura 6. Diferencia entre los parámetros de sincronía ventricular izquierda entre función sistólica normal ($FE > 50\%$) y anormal ($FE \leq 50\%$) en sujetos con BCRHH ($n = 39$). DE, AB y entropía fueron significativamente más altos en pacientes con $FE \leq 50\%$

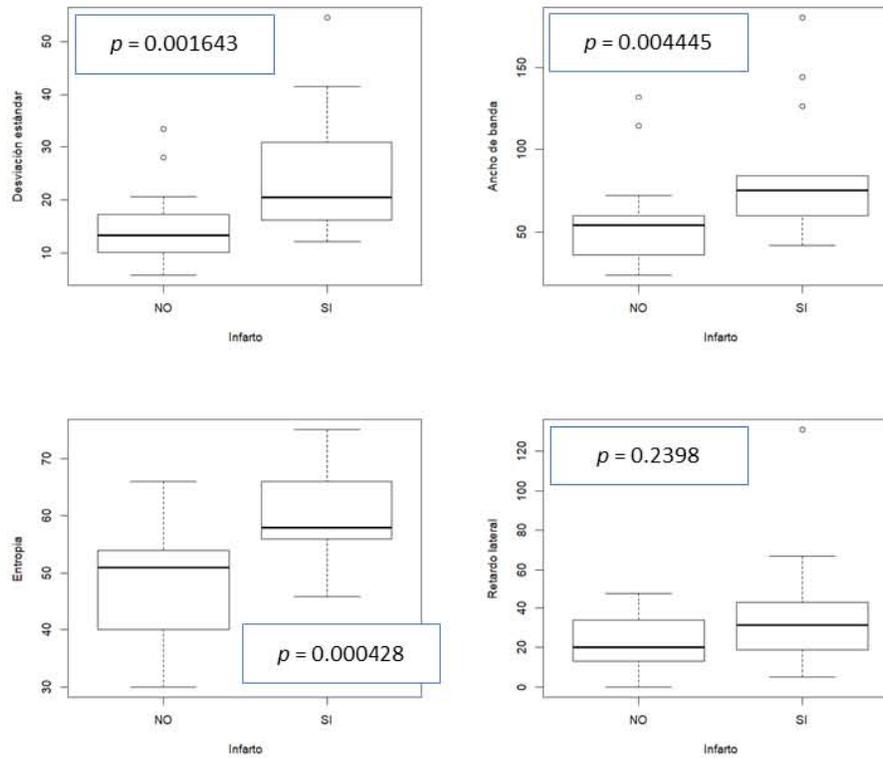


Figura 7. Diferencia entre los parámetros de sincronía ventricular izquierda entre sujetos sin infarto (n = 25) y sujetos con infarto (n = 14). DE, AB y entropía fueron significativamente más altos en pacientes con infarto

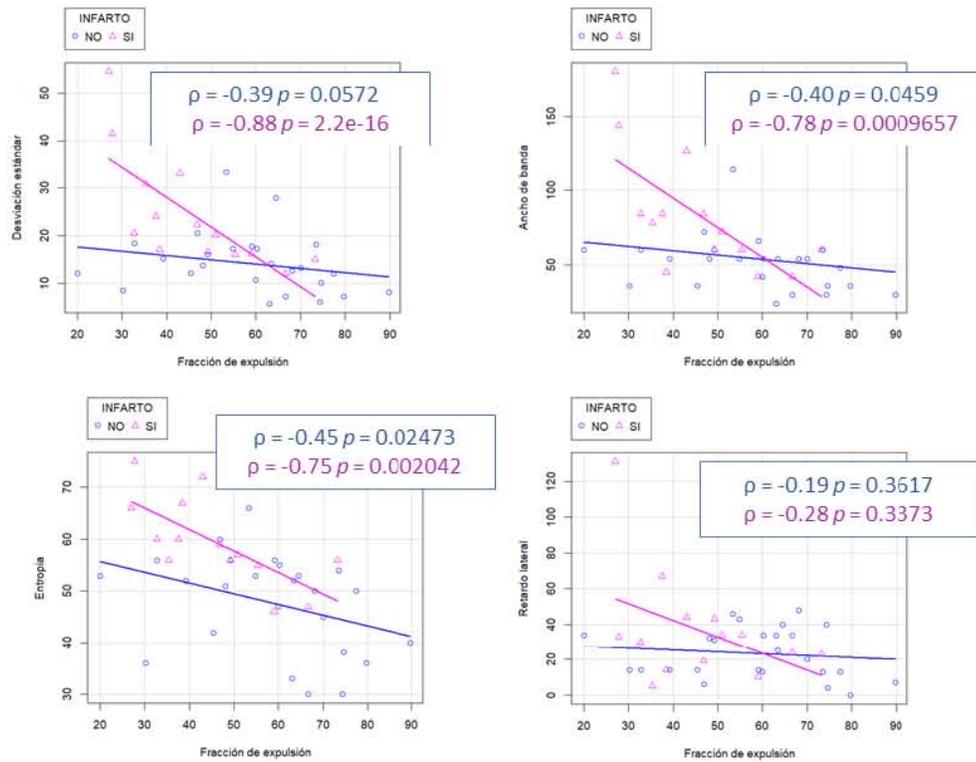


Figura 8. Correlación entre la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda en sujetos sin infarto ($n = 25$) y con infarto ($n = 14$). Correlación lineal positiva excepto DE en sujetos sin infarto y retardo lateral en ambos grupos

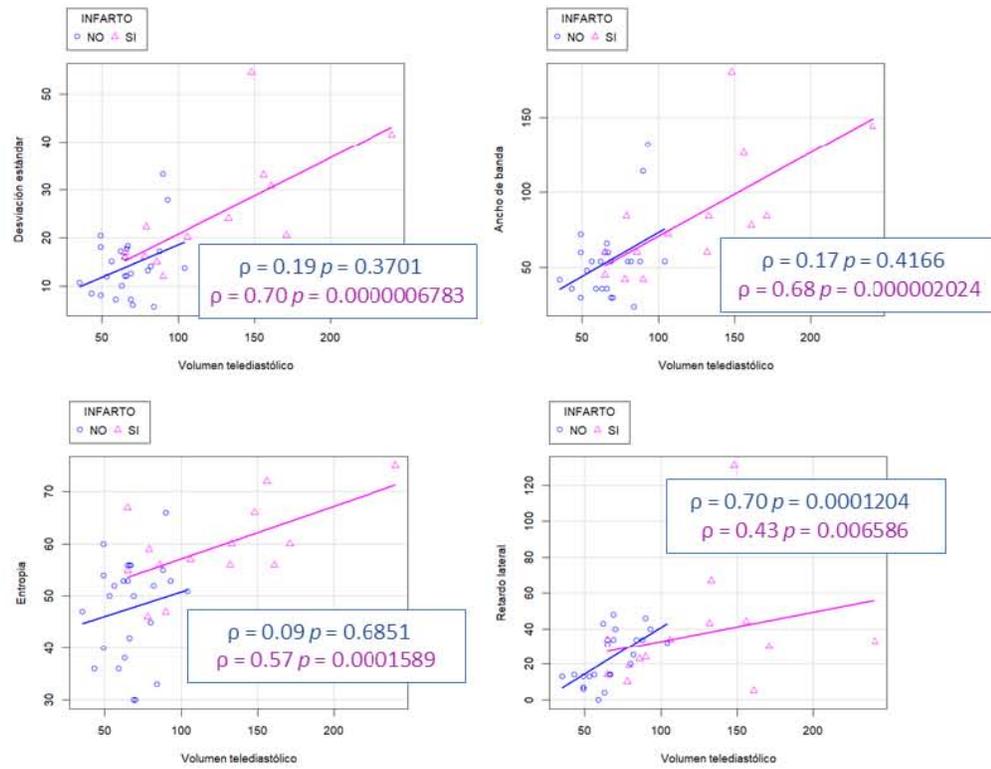


Figura 9. Correlación entre volumen telediastólico del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda en sujetos sin infarto (n = 25) y con infarto (n = 14). Correlación lineal positiva en sujetos sin infarto solo con retardo lateral, para con sujetos con infarto con los 4 parámetros

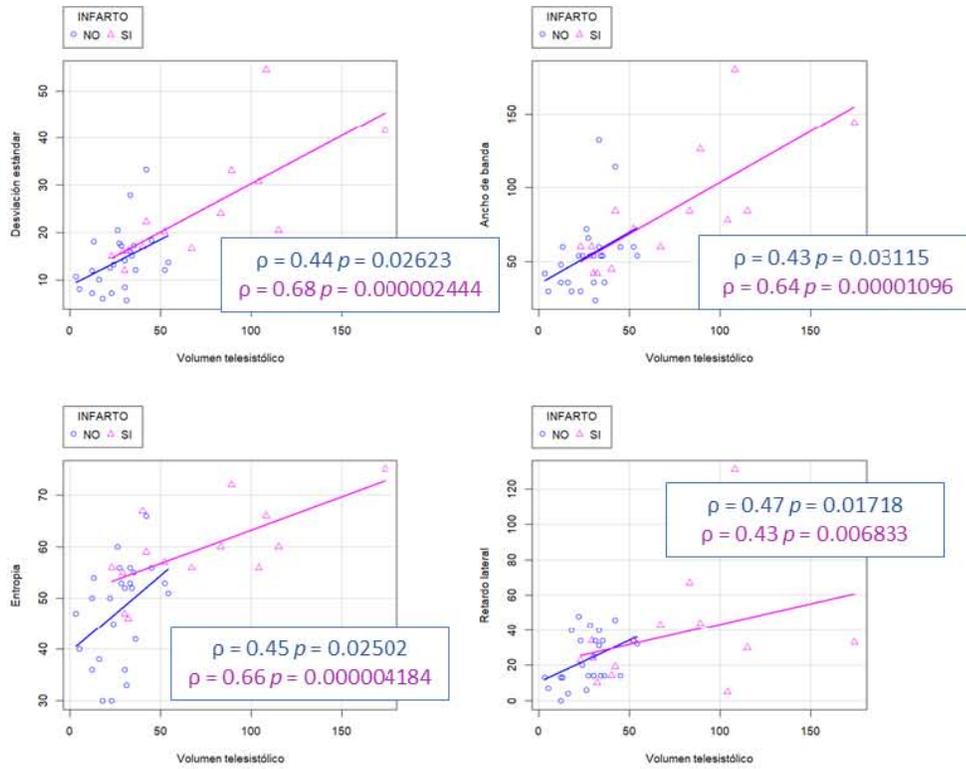


Figura 10. Correlación entre volumen telesistólico del ventrículo izquierdo y los parámetros de sincronía ventricular izquierda en sujetos sin infarto (n = 25) y con infarto (n = 14). Correlación lineal positiva con los 4 parámetros en ambos grupos

REFERENCIAS

1. Surkova, E., Badano, L. P., Bellu, R., Aruta, P., Sambugaro, F., Romeo, G., Muraru, D. (2017). *Left bundle branch block: from cardiac mechanics to clinical and diagnostic challenges*. EP Europace, 19(8), 1251–1271.
2. Strauss, D. G., Selvester, R. H., & Wagner, G. S. (2011). *Defining Left Bundle Branch Block in the Era of Cardiac Resynchronization Therapy*. The American Journal of Cardiology, 107(6), 927–934
3. Francia, P., Balla, C., Paneni, F., & Volpe, M. (2007). *Left bundle-branch block—pathophysiology, prognosis, and clinical management*. Clinical Cardiology, 30(3), 110–115
4. Anderson, K. P. (2018). *Left bundle branch block and the evolving role of QRS morphology in selection of patients for cardiac resynchronization*. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology.
5. Sze, E., & Daubert, J. P. (2018). *Left bundle branch block-induced left ventricular remodeling and its potential for reverse remodeling*. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology.
6. Revah, G., Wu, V., Huntjens, P. R., Piekarski, E., Chyou, J. Y., & Axel, L. (2016). *Cardiovascular magnetic resonance features of mechanical dyssynchrony in patients with left bundle branch block*. The International Journal of Cardiovascular Imaging, 32(9), 1427–1438.
7. Ali, H., Lupo, P., Foresti, S., De Ambroggi, G., Epicoco, G., Fundaliotis, A., & Cappato, R. (2016). *Is It Complete Left Bundle Branch Block? Just Ablate the Right Bundle*. Annals of Noninvasive Electrocardiology, 22(2), e12386.
8. Corteville, B., De Pooter, J., De Backer, T., El Haddad, M., Stroobandt, R., & Timmermans, F. (2016). *The electrocardiographic characteristics of septal flash in patients with left bundle branch block*. Europace, euv461.
9. Khalil, J., Bernard, A. S., Maurice, K., Zaheer, Y., Marwan, R., Abdallah, R., ... Hadi, S. (2016). *Discordant vs. concordant left bundle branch block: A potential clinical significance*. Journal of Electrocardiology, 49(1), 69–75.
10. Cabuk, A. K., Cabuk, G., Sayin, A., Karamanlioglu, M., Kilicaslan, B., Ekmekci, C., Ozdogan, O. (2017). *Do we overestimate left ventricular ejection fraction by two-dimensional echocardiography in patients with left bundle branch block?* Echocardiography, 35(2), 148–152.
11. Jiang, H., Chang, Q., Zhang, Y., & Liu, R. (2017). *Recurrent extensive anterior myocardial infarction with left and right bundle branch block*. Annals of Noninvasive Electrocardiology, 23(2), e12506.

12. Engbers, E. M., Timmer, J. R., Mouden, M., Knollema, S., Jager, P. L., & Ottervanger, J. P. (2016). *Sequential SPECT/CT imaging starting with stress SPECT in patients with left bundle branch block suspected for coronary artery disease*. *European Radiology*, 27(1), 178–187.
13. Alexanderson E, Mannting F, Gomez-Martin D, Fermon S, Meave A (2004) Technetium-99m-sestamibi SPECT myocardial perfusion imaging in patients with complete left bundle branch block. *ArchMed Res* 35:150–156
14. Mordi, I., & Tzemos, N. (2015). *Non-invasive assessment of coronary artery disease in patients with left bundle branch block*. *International Journal of Cardiology*, 184, 47–55.
15. Ogano, M., Iwasaki, Y., Tanabe, J., Takagi, H., Umemoto, T., Hayashi, M., Shimizu, W. (2014). *Cardiac resynchronization therapy restored ventricular septal myocardial perfusion and enhanced ventricular remodeling in patients with nonischemic cardiomyopathy presenting with left bundle branch block*. *Heart Rhythm*, 11(5), 836–841.
16. Higgins, J. P., Williams, G., Nagel, J. S., & Higgins, J. A. (2006). *Left bundle-branch block artifact on single photon emission computed tomography with technetium Tc 99m (Tc-99m) agents: Mechanisms and a method to decrease false-positive interpretations*. *American Heart Journal*, 152(4), 619–626.
17. Takamine, S., Fujiwara, S., Shigeru, M., Ito, T., Kawai, H., Shiotani, H., & Hirata, K. (2014). *Relationship of decreased accumulation of 99mTc-tetrofosmin on myocardial single-photon emission computed tomography images between QRS duration in dilated cardiomyopathy patient with left bundle branch block*. *Journal of Nuclear Cardiology*, 215-222
18. Uebleis, C., Hoyer, X., Van Krieking, S. D., Schuessler, F., Laubender, R. P., Becker, A., ... Hacker, M. (2013). *Association between left ventricular mechanical dyssynchrony with myocardial perfusion and functional parameters in patients with left bundle branch block*. *Journal of Nuclear Cardiology*, 20(2), 253–261.
19. Obiagwu, C., Ariyaratnam, V., Apiyasawat, S., & Spodick, D. H. (2013). *Correlation of Echocardiographic Left Atrial Abnormality With Myocardial Ischemia During Myocardial Perfusion Assessment in Patients With Left Bundle Branch Block*. *The American Journal of Cardiology*, 112(5), 660–663.
20. Van der Wall, E. E., Bax, J. J., Jukema, J. W., & Schalij, M. J. (2008). *Gated SPECT in left bundle branch block: from improved diagnosis to improved treatment*. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, 25(1), 53–55

21. Candell-Riera, J. (2016). *Usefulness of myocardial perfusion SPECT in patients with left bundle branch block and previous myocardial infarction.* *Heart*, 89(9), 1039–1042.
22. Fovino, L. N., Saladini, G., Mormino, G. P., Saladini, F., Razzolini, R., & Evangelista, L. (2012). *Risk stratification and prognostic assessment by myocardial perfusion-gated SPECT in patients with left bundle-branch block and low-intermediate cardiac risk.* *Annals of Nuclear Medicine*, 26(7), 559–570
23. Gholamrezanezhad A, Mirpour S, Sarabandi F, Jazayeri B. *Rate dependent left bundle branch block: the pattern of myocardial perfusion SPECT.* *NuclMedRev Cent East Eur.* 2012 Aug 25;15(2):143-8.
24. Inanir, S., Caymaz, O., Okay, T., Dede, F., Oktay, A., Deger, M., & Turguturoglu, H. (2001). *Tc-99m Sestamibi Gated SPECT in Patients with Left Bundle Branch Block.* *Clinical Nuclear Medicine*, 26(10), 840–846.
25. Akhtari, S., Chuang, M. L., Salton, C. J., Berg, S., Kissinger, K. V., Goddu, B., ... Manning, W. J. (2018). *Effect of isolated left bundle-branch block on biventricular volumes and ejection fraction: a cardiovascular magnetic resonance assessment.* *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 20(10), 334-345.
26. Wang, C.-L., Wu, C.-T., Yeh, Y.-H., Wu, L.-S., Chan, Y.-H., Kuo, C.-T., ... Ho, W.-J. (2017). *Left bundle-branch block contraction patterns identified from radial-strain analysis predicts outcomes following cardiac resynchronization therapy.* *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, 33(6), 869–877.
27. Claridge, S., Chen, Z., Jackson, T., Sammut, E., Sohal, M., Behar, J., ... Rinaldi, C. A. (2015). *Current concepts relating coronary flow, myocardial perfusion and metabolism in left bundle branch block and cardiac resynchronisation therapy.* *International Journal of Cardiology*, 181, 65–72.
28. Witt, C. M., Wu, G., Yang, D., Hodge, D. O., Roger, V. L., & Cha, Y.-M. (2016). *Outcomes With Left Bundle Branch Block and Mildly to Moderately Reduced Left Ventricular Function.* *JACC: HeartFailure*, 4(11), 897–903
29. Sciarra, L., Golia, P., Palamà, Z., Scarà, A., De Ruvo, E., Borrelli, A., Calò, L. (2018). *Patients with left bundle branch block and left axis deviation show a specific left ventricular asynchrony pattern: Implications for left ventricular lead placement during CRT implantation.* *Journal of Electrocardiology*, 51(2), 175–181.
30. Liya M, Shimizu M, Fujii H, Suzuki M, Nishizaki M. True complete left bundle branch block reveals dyssynchrony evaluated by semiconductor single-photon emission computed tomography. *J Arrhythmia.* 2019;35:70–78

31. Miller EO, Malhotra S, Schwartz RG. Quantitative radionuclide assessment of cardiac dyssynchrony: breakthrough in patient selection for cardiac resynchronization therapy for refractory heart failure? *J NuclMed.* 2016;57:1840–2
32. Adriana T, Thais P, Ronaldo S. Prevalence and predictors of left intraventricular dyssynchrony determined by phase analysis in patients undergoing gated-SPECT myocardial perfusion imaging. *Int J Cardiovasclmaging.* 2016;32:845–52