



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

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE ESPECIALIDADES "DR. ANTONIO FRAGA
MOURET"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"**

**"SEGUIMIENTO DE ESTUDIO A 5 AÑOS DE ASINCRONÍA
VENTRICULAR EN PACIENTES CON ESTIMULACIÓN
ELÉCTRICA DEFINITIVA EN EL TRACTO DE SALIDA DEL
VENTRÍCULO DERECHO TOMANDO EN CUENTA LAS
DIFERENTES LOCALIZACIONES DEL ELECTRODO MEDIANTE
TOMOGRFÍA AXIAL COMPUTARIZADA."**

**TESIS
QUE PRESENTA**

DR. JORGE ELIAS MONTOYA PEREZ

**PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA**

**ASESOR DE TESIS:
DR. MILTON ERNESTO GUEVARA VALDIVIA**

CIUDAD DE MEXICO, D.F. 2015





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.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET“**

Dr. Jesús Arenas Osuna

Jefe de División de Educación en Salud

UMAE Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional “La Raza”

Dr. Rubén Baleón Espinosa

Titular del curso de especialización en Cardiología

Dr. Jorge Elías Montoya Pérez

Alumno de Cardiología clínica

Número definitivo de protocolo

R-2015-3501-22

INDICE

Resumen	.....	4
Introducción	.....	6
Material y métodos	.....	13
Resultados	.....	15
Discusión	.....	20
Conclusiones	.....	22
Bibliografía	.....	24
Abreviaturas	.....	27
Anexos	.....	28

RESUMEN

OBJETIVOS: Comparar la incidencia de asincronía ventricular y alteraciones en la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) en pacientes con estimulación eléctrica definitiva en el tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD), tomando en cuenta las diferentes localizaciones del electrodo mediante tomografía axial computarizada después de 5 años de seguimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS: Incluimos 32 pacientes con marcapasos en el TSVD implantado entre 2009-2010 para valorar asincronía ventricular. Diseño: Cohorte Retrospectivo. Análisis estadístico: descriptivo y prueba exacta de Fisher.

RESULTADOS: Asincronía auriculoventricular (AAV) apareció en la pared anterior al año y al 5º año en 0 vs 12 pacientes respectivamente ($p < 0.001$), pared libre (8/15 (53%) vs 11/15 (73%), NS), septal (0/5 vs 1/5 (20%) NS).

Asincronía intraventricular (AIV) en pared anterior (0/12 vs 4/12 (33%) NS), pared libre (0/15 vs 7/15 (46%) $p = 0.011$). Asincronía interventricular (AVR) en pared anterior (0/12 (0%) vs 8/12 (66%) $p = 0.005$), en pared libre (8/15 (53%) vs 12/15 (80%) NS). No se encontró AIV y AVR ni alteraciones de la FEVI en los pacientes del electrodo septal. Hay una tendencia de disminución de FEVI a 5 años de seguimiento en la pared libre y pared anterior (33 y 25% de los pacientes respectivamente).

CONCLUSIONES: La pared septal es un mejor sitio para el implante del electrodo del marcapasos, la pared anterior y libre tienen mayor incidencia de asincronía ventricular a 5 años, la cual es un factor de riesgo para insuficiencia cardíaca.

PALABRAS CLAVE: Marcapasos, Tracto de salida del ventrículo derecho, Asincronía ventricular.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To compare the incidence of ventricular asynchrony and ejection fraction (EF) alterations considering the different locations of the electrode in the right ventricle outflow tract (RVOT) by computed tomography (CT) after a 5-year follow up.

MATERIAL AND METHODS: We included 32 patients with RVOT VVI pacemaker between 2009-10 to assess Ventricular asynchrony. Study design: Retrospective cohort. Statistical: descriptive and Fisher's exact test.

RESULTS:

Atrioventricular asynchrony was assessed at years 1 and five after pacemaker implantation in 0 vs. 12 patients respectively ($p < 0.001$), on the free wall (8/15 (53%) vs. 11/15 (73%), NS), and in septal location (0/5 vs. 1/5 (20%) NS).

Intraventricular asynchrony was assessed on the anterior wall (0/12 vs. 4/12 (33%) NS), free wall (0/15 vs. 7/15 (46%) $p = 0.011$). no septal location cases were detected. Interventricular asynchrony was detected on the anterior wall (0/12 (0%) vs. 8/12 (66%) $p = 0.005$), and the free wall (8/15 (53%) vs. 12/15 (80%) NS), but not on the septal location (0/5 vs. 0/5). There was no difference at one and five years between the groups on EF, but a tendency towards diminished EF was observed in 25% of anterior and 33% of free wall locations.

CONCLUSIONS: Septal electrode placement in the RVOT is better for prolonged pacemaking. The free wall and anterior electrode placement sites in the RVOT have more cases of ventricular asynchrony, which is a risk factor for the development of heart failure.

KEY WORDS: Pacemaker, Right ventricle outflow tract, Electrocardiogram, Ventricular asynchrony.

INTRODUCCION

Con el paso de los años, la medicina ha ido evolucionando, lo que ha traído como consecuencia una mayor expectativa de vida y con ello, una mayor incidencia de enfermedades crónico-degenerativas. En el ámbito de la cardiología es evidente que la cardiopatía isquémica, es con mucho la enfermedad más comúnmente tratada, sin embargo, debido a que los pacientes cada vez la esperanza de vida se ha ampliado, existe un aumento muy importante de las enfermedades que afectan al sistema de conducción cardiaco, que provocan bradiarritmias, que requieren la colocación de dispositivos de estimulación eléctrica permanente (1).

Este tipo de dispositivos en la actualidad, generan grandes costos para los servicios de salud a nivel mundial, debido a esto, existen lineamientos bien establecidos para determinar el tipo de pacientes que pueden beneficiarse con estos tratamientos (2). Para los pacientes con bradiarritmias sintomáticas causadas por enfermedad del nodo sinusal o trastornos de la conducción auriculoventricular, el marcapasos es la única alternativa posible, pero al igual que cualquier otro tratamiento puede tener efectos adversos tales como: cambios en la histología y función cardiaca que pudieran comprometer su clase funcional (3).

La estimulación eléctrica transvenosa inició en 1959, en ese entonces los marcapasos eran dispositivos de gran tamaño y pocas funciones, ahora son aparatos de unos gramos de peso, con algoritmos y funciones avanzadas, que simulan una estimulación fisiológica, lo que permite a los pacientes llevar una vida casi normal (4). A pesar de los avances logrados, aun no es posible igualar lo que ocurre de manera fisiológica en el corazón, incluso, se observan con mayor frecuencia efectos adversos relacionados con los marcapasos. En los años 90 empezaron a surgir reportes de complicaciones provocadas por la estimulación eléctrica en el ápex del ventrículo derecho (AVD) las cuales ocasionaban síntomas similares a los que se observan en pacientes con insuficiencia cardiaca (IC) (5).

Todos estos reportes se realizaron en paciente con estimulación apical ya que esta región era prácticamente el único sitio de colocación del electrodo de marcapasos por su fácil acceso, los buenos parámetros de censado-captura y las

bajas tasas de complicaciones obtenidas. Con el desarrollo de mejores auxiliares de diagnóstico como la ecocardiografía y la medicina nuclear, se estudiaron más a fondo los cambios estructurales y funcionales a largo plazo, provocados por la estimulación de los marcapasos al igual que su repercusión en la calidad y expectativa de vida, sin embargo, hasta la fecha, los resultados obtenidos no han sido concluyentes para determinar cuál es el mejor sitio para la fijación del electrodo en el ventrículo derecho (VD).

Numerosos estudios pusieron en duda que la colocación del electrodo en el AVD fuera el sitio más idóneo (6-11), se demostró que cuando la despolarización cardíaca se lleva a cabo en sentido opuesto, a la que ocurre de manera normal, ocasiona un retardo en la activación de la pared lateral del ventrículo izquierdo (12), lo que ocasiona diferencias en el tamaño y tensión de la fibra miocárdica (13), que posteriormente se traduce en un mayor trabajo miocárdico y aumento en el consumo de oxígeno (14), lo que finalmente desencadena cambios neuro-humorales similares, a los que se observan en pacientes con cardiopatía estructural e insuficiencia cardíaca.

Por todo lo anterior se ha intentado buscar sitios de estimulación eléctrica más fisiológicos y por ende con menores tasas de complicaciones, se han propuesto sitios alternativos como el haz de His o estructuras parahisianas las cuales han sido poco estudiadas, con un número muy limitado de pacientes.

La atención de todos los investigadores se ha centrado en el TSVD como el sitio alternativo óptimo para la estimulación cardíaca. En 1999 se publicaron los dos primeros ensayos clínicos aleatorizados que buscaban comparar la estimulación apical vs estimulación no apical, los cuales ya proyectaban datos contradictorios en cuanto al mejor sitio de estimulación (15-17), posteriormente en la siguiente década estudios mejor diseñados, con un mayor número de pacientes, con mejores herramientas de medición y con un seguimiento a largo plazo, mostraron al menos que la estimulación eléctrica en el TSVD no era inferior a la estimulación apical.

El problema fundamental a la hora de hablar del TSVD es que se trata de una estructura que se creía tenía poca relevancia en la práctica clínica y era hasta hace unos años muy poco estudiada, en ecocardiografía se tiene bien caracterizadas las porciones y medidas de esta porción del VD, la cual podemos definir anatómicamente como una estructura cónica que tiene como base una línea a lo largo de la parte superior de la válvula tricúspide, el borde superior lo constituye la válvula pulmonar, el septum formando la pared posterior, la pared libre formando parte de la pared anterior y entre las dos paredes la porción anterior propiamente dicha, también sabemos derivado de los estudios electrofisiológicos de pacientes con taquicardias ventriculares la existencia de nueve zonas eléctricas en el TSVD con propiedades de estimulación diferentes, que muestran diferentes morfologías de QRS en el electrocardiograma de superficie, lo que nos deja con un grupo muy heterogéneo de pacientes que ocasiona resultados equivocados, cuando en los estudios se compara solamente estimulación eléctrica apical vs TSVD.

En los últimos años hemos enfocado nuestra atención en la porción septal del TSVD bajo la premisa que esta es la zona que provocaría una despolarización más parecida a la del sistema de conducción nativo al encontrarse muy cerca del mismo.

El método considerado como prueba definitiva para determinar la posición del electrodo es la fluoroscopia y además este sitio se puede corroborar mediante un electrocardiograma de superficie. Un estudio llevado a cabo en Holanda y publicado en el 2010, muestra que cuando se coloca un electrodo en el TSVD, bajo las proyecciones convencionales de fluoroscopia, solo un 30% quedan en la porción septal, 36% en la porción anterior y 48% en la pared libre lo además se traduce en diferentes morfologías del QRS en el electrocardiograma de superficie (18).

Durante mucho tiempo se pensó que un QRS negativo en DI era indicativo de estimulación septal sin embargo, en este estudio queda manifiesto, que si bien esto es cierto, en la mayoría de las veces no necesariamente es patognomónico,

ya que además no solo importa la pared a la que se fije el electrodo, sino también la altura del mismo en el tracto de salida. En el afán de mejorar las tasas de colocación del electrodo ventricular en la porción septal se elaboró un estilete con angulación posterior con el que se logra una tasa de éxito del 97% en corazones estructuralmente normales(19), mediante fluoroscopia, la proyección ideal para corroborar la posición del electrodo es la oblicua anterior izquierda a 45°, si la punta se observa hacia la derecha se asume una posición septal, si es a la izquierda pared libre y si apunta hacia arriba porción anterior (20-22), sin embargo, al ser las imágenes fluoroscópicas en dos dimensiones, no tenemos una certeza real de la posición del electrodo.

Existen otros métodos de imagen tales como el ecocardiograma que pudieran dar más datos acerca de la ubicación del electrodo en el TSVD, sin embargo, esta estructura no siempre es accesible para su visualización, por malas ventanas ecocardiográficas lo que representa una limitación importante para la utilización de este método, el advenimiento de nuevas técnicas diagnósticas aplicadas en cardiología, tales como resonancia magnética y tomografía multicorte (TM), han mejorado la calidad de las imágenes de estructuras poco accesibles por ecocardiograma o fluoroscopia, siendo la TM un excelente método para valorar en su totalidad la anatomía del TSVD, realizando múltiples vistas en angulaciones diferentes e incluso su reconstrucción tridimensional lo que permite visualizar el electrodo de marcapasos en su posición real.

En cuanto a los efectos adversos provocados por la estimulación artificial, se han implementado varios métodos para su valoración, mediante tomografía por emisión de positrones, se han demostrados alteraciones en el metabolismo de glucosa sobre todo en las áreas adyacentes al electrodo (23), los estudios de perfusión miocárdica mediante el análisis de fase (24) ha sido un método emergente para valorar la disincronía ventricular, la cual a su vez provoca alteraciones en la perfusión miocárdica en pacientes sin cardiopatía coronaria de base, el método más ampliamente usado para valorar la asincronía es sin duda la ecocardiografía, mediante la medición de parámetros tan fáciles de obtener como

la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), o con la utilización de funciones especiales como doppler tisular, speckle tracking o ECO-3D(25), otras herramientas utilizadas son la valoración clínica de la clase funcional y marcadores bioquímicos de falla cardiaca como el péptido atrial natriurético.

La ecocardiografía tridimensional tiene todas las características para ser la herramienta fundamental en el análisis de la asincronía mecánica, permite analizar todos los segmentos cardiacos de manera simultánea, con lo que se puede localizar perfectamente el lugar más asincrónico y cuantificar el grado, a diferencia de las otras técnicas que estudian cada segmento en latidos diferentes. Un punto crítico a la hora de evaluar estos efectos es el tiempo en el que se toman las mediciones, desde el día de implante del marcapasos y el tiempo que el paciente ha requerido de estimulación, se sabe bien que los efectos hemodinámicos agudos del implante, son similares en cualquiera de los dos sitios de estimulación (26), un meta-análisis reciente (27) muestra que las diferencias más significativas en favor del TSVD, se observan cuando el seguimiento es mayor de 12 meses, que corresponde fisiopatológicamente con la remodelación cardiaca ocasionada por la estimulación artificial.

En la actualidad existe controversia en determinar, cuál es la posición ideal del electrodo de marcapasos en el ventrículo derecho, hasta el momento, la mayoría de los estudios clínicos muestran que probablemente el TSVD, es mejor que la estimulación apical, sin embargo estas diferencias no han sido lo suficientemente contundentes como para establecer un consenso, la principal limitación de los estudios es que los pacientes con electrodo en el TSVD, han sido evaluados como un solo grupo y ahora sabemos que existen dos zonas con propiedades electrofisiológicas diferentes las cuales son: la pared septal y la pared libre. La porción septal está íntimamente relacionada al sistema de conducción cardiaco mientras que la porción libre tiene poco tejido miocárdico y está más alejada del sistema de conducción, por lo que parece lógico pensar que la estimulación en la porción septal, provoca menos asincronía ventricular, al provocar una onda de despolarización más fisiológica.

Para determinar la colocación del electrodo en el TSVD, el método considerado el “estándar de oro” es la fluoroscopia, sin embargo, este método de imagen puede no ser el mejor, ya que solo proporciona imágenes bidimensionales y esto puede ocasionar errores en la localización real del electrodo y esto a su vez provoca que al comparar las repercusiones hemodinámicas de la estimulación eléctrica, los resultados estén sesgados por que la localización fluoroscópica no concuerda con la posición real.

La asincronía ventricular en pacientes con marcapasos definitivo unicameral en el tracto de salida del ventrículo derecho, tomando en cuenta las diferentes localizaciones del electrodo, mediante tomografía axial computarizada.

En una publicación por Bonilla y colaboradores (28) se demostró, que el método de localización de electrodo mediante tomografía axial computarizada es mejor que la fluoroscopia y la electrocardiografía para localizar la posición del electrodo y diferenciar las posiciones en el TSVD. Ingresaron al estudio 36 pacientes, con marcapaso definitivo VVI, localizado en el TSVD.

La indicación más frecuente para la colocación del marcapasos fue el bloqueo auriculoventricular de 3er grado (72.2%); más de la mitad tenían ritmo intrínseco con QRS estrecho (55.6%) seguido por el bloqueo completo de la rama derecha del haz de His (30.6%). Los pacientes tenían un corazón estructuralmente normal con una fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) promedio de 60% y sin evidencia de cardiopatía isquémica al momento del implante del marcapasos. La media de seguimiento fue de 31.4 meses con un porcentaje de estimulación efectiva del 98%.

Este estudio, sin embargo, no logró demostrar significativamente si hay diferencia o no en la asincronía ventricular de acuerdo a su localización en el TSVD, entre la estimulación septal y la pared libre del TSVD, tomando en cuenta la posición tomográfica del electrodo por tomografía. Se inició un análisis de estos pacientes de los cuales 8 se encuentran en pared libre y todos ellos presentan asincronía

intraventricular e interventricular, el único paciente con localización septal no tiene asincronía interventricular.

Este resultado muestra que probablemente el septum es un mejor sitio de estimulación al estar cerca del sistema de conducción nativo, sin embargo, no fue una diferencia significativamente estadística (28).

Por lo tanto, basándonos en este estudio, Si los resultados de asincronía ventricular obtenidos del análisis de los pacientes en un seguimiento de estos 36 pacientes después de un promedio de 5 años del implante del marcapasos fueran significativas entre los tres grupos, se deberá revalorar la técnica de implante del dispositivo, la cual deberá estar encaminada a tratar de fijar el electrodo en el sitio que provoque menor asincronía, ya que esto, tendrá gran relevancia clínica para el paciente.

La principal limitación de los estudios de asincronía ventricular en pacientes con estimulación eléctrica definitiva, es que los pacientes con electrodo en el TSVD han sido evaluados como un solo grupo y ahora sabemos que existen tres zonas con propiedades electrofisiológicas diferentes las cuales son: la pared septal, la pared anterior y la pared libre. La porción septal está íntimamente relacionada al sistema de conducción cardiaco, mientras que la porción libre tiene poco tejido miocárdico y está más alejada del sistema de conducción, por lo que parece lógico pensar que la estimulación en la porción septal provoca menos disincronía ventricular al provocar una onda de despolarización más fisiológica. Como ya sabemos que la tomografía es un mejor método para localizar la posición del electrodo en el TSVD, podemos comparar si existen diferencias en la asincronía ventricular provocadas por la estimulación eléctrica del marcapasos.

En el 2013 el estudio en el que se basa este trabajo (28) tuvo la conclusión que tomando como base la localización del electrodo de marcapasos por medio de tomografía computarizada era un mejor método para localizar el electrodo en las diferentes porciones del TSVD, sin embargo, no fue posible encontrar diferencias en la asincronía ventricular en estos pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El objetivo primario de este estudio fue comparar la incidencia de asincronía ventricular de pacientes con estimulación eléctrica definitiva en el tracto de salida del ventrículo derecho, tomando en cuenta las diferentes localizaciones del electrodo mediante tomografía axial computarizada después de 5 años de seguimiento. El objetivo secundario fue comparar la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo de pacientes con estimulación eléctrica definitiva en el tracto de salida del ventrículo derecho, tomando en cuenta las diferentes localizaciones del electrodo mediante tomografía axial computarizada después de 5 años de seguimiento. La población fue constituida por los 36 pacientes portadores de marcapasos definitivo VVI con el electrodo localizado en el TSVD, implantado en el periodo comprendido entre el 2009-2010 que comprenden el estudio en el que se basa esta investigación (28) .

Diseño: El tipo de estudio es de corte cuantitativo con un diseño no experimental abierto, observacional, Cohorte Retrospectivo, transversal.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con edad mayor o igual a 18 años derechohabientes del IMSS
- Ambos sexos
- Diagnóstico de enfermedad del nodo sinusal o alteración de la conducción aurículoventricular
- Tener registro de estimulación efectiva en telemetría de más del 95% del tiempo.
- Tener al menos 5 años de la colocación del dispositivo y haber recibido una consulta posterior a la colocación del marcapasos para optimización de parámetros crónicos de estimulación
- haber participado en el estudio previo.

Criterios de Exclusión

- No desear participar en el estudio
- No haber formado parte de primer estudio
- Por fallecimiento

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.

Los pacientes fueron seleccionados de la base de datos del servicio de Electrofisiología y Estimulación Cardíaca, los cuales participaron en el estudio previo (28), se solicitaron los expedientes médicos. 32 de 36 pacientes (89%) cumplieron con los criterios de inclusión, 4 de los pacientes no incluidos fallecieron, 3 de ellos por evento vascular cerebral isquémico y uno de ellos por causas no conocidas.

A los pacientes incluidos se les explico de forma detallada el proyecto, si decidieron participar en él firmaron el consentimiento informado (anexo 2) para la realización del estudio. A todos los pacientes se les realizaron mediciones ecocardiográficas mediante doppler pulsado, continuo y reconstrucción volumétrica en 3D.

El estudio se llevó a cabo en 3 departamentos diferentes del hospital conformados por un electrofisiólogo, un cardiólogo y un ecocardiografista.

Los ecocardiogramas se realizaron con un equipo de Ecocardiografía marca Philips modelo iE33 no. de serie 02RBCR, con un transductor de 3.5Mhz y un transductor 3D. Se evaluó la asincronía ventricular mediante diferentes técnicas ecocardiográficas tales como doppler pulsado, continuo y reconstrucción 3D en tiempo real, obteniendo como resultados una valoración cuantitativa de la asincronía aurículoventricular, intraventricular e interventricular así como de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo. Una vez concluidas las mediciones a todos los pacientes, se confrontaran los resultados con la posición del electrodo en la TSVD obtenidos en la tomografía.

Todos los estudios se grabaron y se concentraron los datos en una hoja de captura correspondiente y en una base de datos de Excel, posteriormente se procedió al vaciado de datos para un análisis posterior, mediante el programa SPSS. Se aplicaron medidas de tendencia central y de dispersión, frecuencias simples, proporciones; así mismo se realizara la prueba de Chi cuadrada, análisis de regresión logística, prueba de Fisher y valor de P.

RESULTADOS

Se incluyeron 32 pacientes en el estudio, divididos en tres grupos de acuerdo a la localización del electrodo de marcapasos en el tracto de salida del ventrículo derecho (grafico 1), de los cuales podemos ver las características de la población en la tabla 1, sin diferencias significativas entre los tres grupos de estudio.

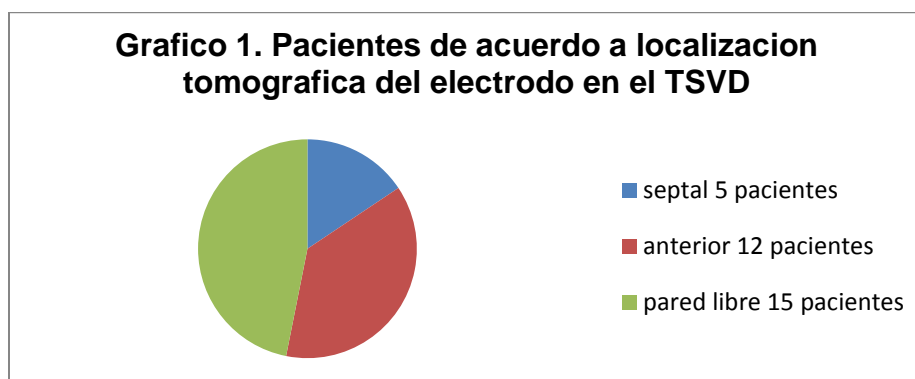


Tabla 1. Descripción de las Unidades de Investigación

Localización de TSVD			
Característica	Septal	Pared Anterior	Pared Libre
Edad	71.4+/-4.1 años	75.2+/-8.5 años	75.2+/-7.6 años
Género %	Femenino 60% Masculino 40%	Femenino 41.7% Masculino 58.3%	Femenino 46.7 Masculino 53.3
HAS	40%	53%	58%
DM2	80%	47%	50%
n	5	12	15

En el análisis subsecuente describimos las características de los pacientes a 5 años de seguimiento de acuerdo a la presencia de asincronía ventricular y FEVI, encontrando que el 100% los pacientes del grupo de pared anterior, 73% de los pacientes del grupo de pared libre y 20% del grupo de electrodo en posición septal tienen asincronía auriculoventricular, sin embargo no hubo diferencia significativamente estadística entre los tres grupos, tampoco la encontramos en los pacientes con asincronía interventricular ni intraventricular (tabla 2).

Ninguno de los pacientes con electrodo septal presento asincronía interventricular e intraventricular, sugestivo de diferencia con respecto a los demás grupos. La mayoría los pacientes con electrodo en localización anterior y de pared libre tienen algún tipo de asincronía ventricular.

Tabla 2. Pacientes con asincronía ventricular de acuerdo a la posición tomográfica del electrodo en el TSVD a 5 años de seguimiento.

Localización en TSVD Tipo de asincronía	Pared anterior	Pared libre	Septal
Aurículo-ventricular	100%	73%	20%
Interventricular	33%	60%	0%
Intraventricular	66%	80%	0%

Comparando el primer año con el 5^o año de implante de marcapasos definitivo, encontramos los hallazgos descritos en la tabla 3.

Se encontró que en ninguno de los pacientes con electrodo de localización en pared anterior al año del implante presento asincronía auriculoventricular, sin embargo, a los 5 años del implante, 12 pacientes (100%) desarrollaron esta

característica, con valor P de prueba de Fisher <0.001 , lo cual es significativamente estadístico.

Los pacientes de pared libre pasaron de 8 a 11 casos al año y a 5 años del implante respectivamente, sin diferencia significativamente estadística. Solo uno de los pacientes de electrodo septal desarrollaron asincronía AV a los 5 años, sin embargo esta diferencia no tiene valor estadístico.

En cuanto a la asincronía intraventricular, solo los pacientes con electrodo en pared libre de tuvieron un aumento significativamente estadístico de casos, inicialmente con 0 casos al año del implante y posteriormente con 7 casos nuevos, con un valor de $p=0.011$.

La asincronía interventricular se presentó más frecuentemente en pacientes con localización del electrodo en pared libre (80% de los pacientes a 5 años del implante), sin embargo, no hubo diferencias del primer año al 5º año de implante de marcapasos. En el caso del grupo de pared anterior si hubo una diferencia significativa entre el primer año y el 5 año de implante, pasando de 0 casos en el primer año a 8 casos (66%) en el quinto año, con una p de 0.005.

La fracción de expulsión del ventrículo izquierdo se vio disminuida ($FEVI \leq 51\%$) en el 25% de los pacientes (grafico 2). Los pacientes con electrodo en localización septal no tuvieron afección de la FEVI durante los 5 años de implante del marcapasos. Inicialmente ningún paciente tenía afección del a FEVI en el primer año, sin embargo, el 25% de los pacientes con electrodo en localización anterior y el 33% de los pacientes con electrodo en pared libre tuvieron una FEVI disminuida a 5 años del implante del marcapasos, sin tener diferencias significativamente estadísticas entre los tres grupos.

Tabla 3. Comparación de asincronía ventricular entre el primer y 5º año de implante del marcapasos

Tipo de Asincronía	Localización en TSVD	Asincronía				Valor P de Fisher ^a
		1 año	%	5 años	%	
AV	Anterior	0	0.00	12	37.50	<0.001
	Libre	8	25.00	11	34.37	0.585
	Septal	0	0.00	1	3.12	1.000
intraventricular	Anterior	0	0.00	4	12.50	0.113
	Libre	0	0.00	7	21.88	0.011
	Septal	0	0.00	0	0.00	1.000
Interventricular	Anterior	0	0.00	8	25.00	0.005
	Libre	8	25.00	12	37.50	0.419
	Septal	0	0.00	0	0.00	1.000

^aValores de P menores de 0.05 indican diferencias significativas entre proporciones

Grafico 2. Pacientes con FEVI conservada durante 5 años de estimulación miocárdica definitiva de acuerdo a la localización tomográfica del electrodo.

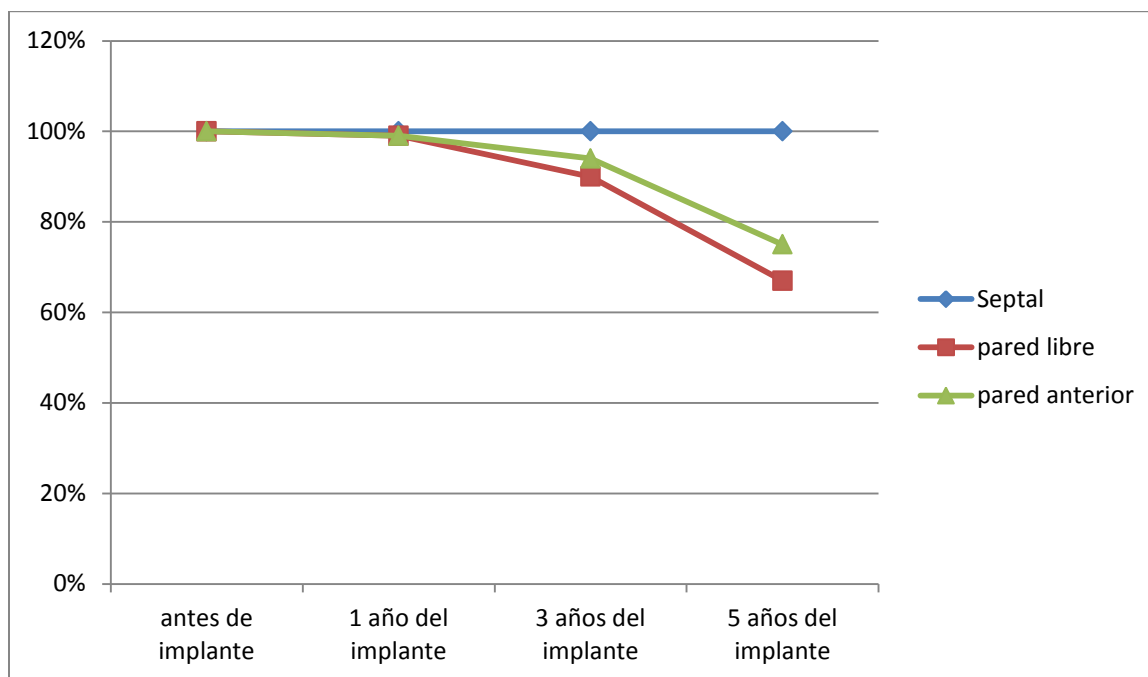


Tabla 4. Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo conservada o disminuida de acuerdo a la localización del electrodo en el TSVD

Localización	FEVI (%)				Total de pacientes
	Conservada a 1 año	Conservada a 5 años	Disminuida a 1 año	Disminuida a 5 años	
Septal	5	5	0	0	5
Pared Anterior	12	9	0	3	12
Pared Libre	15	10	0	5	15
Total	32	24	0	8	32

DISCUSIÓN

Varios estudios han intentado demostrar el mejor sitio para implantar el electrodo de marcapasos, la comparación se ha centrado entre el TSVD y el AVD (15-20). Sin embargo, hasta la realización de este estudio no se habían comparado las diferentes posiciones de implante del electrodo ventricular en el tracto de salida. En el estudio de Bonilla y cols. (28) publicado en el 2013 se demostró que una técnica confiable para la localización del electrodo en el TSVD es la Tomografía axial computarizada, la cual divide el tracto de salida básicamente en 3 zonas (pared libre, pared anterior y septal). Se ha inferido que el implante del electrodo de marcapasos en la posición septal es más fisiológica que las otras posiciones, sin embargo no se ha demostrado que esto sea cierto.

En el presente estudio se le dio seguimiento a este grupo de pacientes (36 en total), de los cuales 4 fueron excluidos del estudio por defunción. La causa de la muerte en 3 de ellos fue un evento vascular cerebral de tipo isquémico y en otro de los pacientes no se pudo determinar la causa de la muerte ya que falleció en su domicilio. Ninguno de los pacientes de localización septal falleció durante el seguimiento, a diferencia de los 2 pacientes del grupo anterior y de 2 pacientes del grupo de pared libre, sin embargo, estos hallazgos no fueron estadísticamente significativos.

De los 32 pacientes restantes se realizó un análisis en promedio a los 5 años del implante del marcapasos, dividiendo a los pacientes en tres grupos de acuerdo a la localización del electrodo de marcapasos en el TSVD. El primer grupo fue de 5 pacientes con localización de electrodo en posición septal, el segundo grupo conformado por 12 pacientes con electrodo en pared anterior y un tercer grupo de 15 pacientes con localización en pared libre del electrodo.

Se realizó un análisis de los datos obtenidos encontrando presencia de asincronía ventricular con mayor frecuencia en los grupos de pared libre y pared anterior comparados con los pacientes del grupo septal.

Otro de los hallazgos del estudio es que la asincronía AV se encontró en el 20% de los pacientes con localización septal comparado con 73% de pared anterior y el 100% de los pacientes de localización en pared libre, menor en el grupo de los pacientes con electrodo en localización septal con respecto a los otros dos grupos de pacientes, sin haber diferencias significativamente estadísticas entre los grupos. Ninguno de los pacientes con electrodo septal presentó asincronía interventricular, a diferencia del grupo de pared anterior y pared libre, presentándolo en el 33 y 60% de los casos respectivamente, sin diferencia significativa entre los tres grupos. En el caso de la asincronía intraventricular, ninguno de los pacientes de localización septal la desarrolló, a diferencia de los pacientes del grupo de localización anterior (66%) y de pared libre (80%), sin embargo, tampoco fue significativamente estadístico este hallazgo.

Los pacientes con localización septal no tuvieron alteraciones de la FEVI durante los 5 años de seguimiento, sin embargo, en el 25% de los pacientes con localización anterior y en el 33% de los pacientes de pared libre hubo una disminución de la FEVI por debajo de límites normales, sin diferencia estadística.

Se realizó un análisis con la prueba de Fisher para comparar la diferencia de las variables medidas al año del implante y a los 5 años del implante. En este análisis si se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos a 5 años de estudio en cuanto a asincronía ventricular y alteración de la FEVI, sin embargo, los pacientes con electrodo en localización septal no tuvieron alteraciones en la FEVI ni presentaron asincronía intraventricular ni interventricular durante el seguimiento.

Los pacientes con electrodo en localización anterior presentaron asincronía auriculoventricular e interventricular a los 5 años del implante del marcapasos, siendo estos resultados significativamente estadísticos por la prueba de Fisher con una p de 0.001 y 0.005 respectivamente. Los pacientes del grupo de pared libre fueron los únicos que tuvieron algún grado de asincronía ventricular al año del implante y desarrollaron de manera significativa al 5º año asincronía intraventricular (tabla 3), con una p de 0.011. No hubo diferencias significativas en las características basales ni en la FEVI de los pacientes al año ni a los 5 años.

CONCLUSIONES

La asincronía ventricular, en sus tres variantes, se presenta con mayor frecuencia en los pacientes con localización del electrodo de marcapasos en la pared libre y pared anterior con respecto a la localización septal después de 5 años de estimulación miocárdica definitiva por marcapasos, demostrando que este sitio de implante es más fisiológico y, por ende, es el sitio ideal de implante del electrodo de marcapasos definitivo en el TSVD.

Los pacientes con electrodo en la pared libre desarrollan tempranamente asincronía auriculoventricular e interventricular, siendo estos parámetros indicativos de una despolarización menos parecida a la fisiológica y, a los 5 años del implante, de manera significativa aumentan los casos de asincronía intraventricular, la cual está relacionada con la remodelación ventricular y aparición de síndrome de marcapasos así como de desarrollo de insuficiencia cardiaca.

En el grupo de electrodo de localización anterior no se encontraron alteraciones al año del implante del marcapasos, sin embargo hubo aparición significativa de casos de asincronía interventricular y auriculoventricular a los 5 años del implante, lo que indica que esta posición puede ser menos deletérea para el paciente que la localización del electrodo en pared libre pero más dañina que la septal.

También hubo diferencias en la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, con disminución por debajo de niveles normales en un gran porcentaje de pacientes con estimulación en pared libre y pared anterior, sin presentarse en los pacientes con localización septal del electrodo, aunque estos hallazgos no tuvieron significancia estadística se observa una tendencia de alteración de FEVI en pacientes que no tienen una localización de electrodo septal y una disminución gradual de la FEVI a 5 años del implante en localizaciones anterior y pared libre del electrodo.

Si sumamos la presencia de asincronía ventricular y disfunción sistólica del ventrículo izquierdo por FEVI disminuida, podemos inferir que los pacientes

tendrán peor calidad de vida y pronóstico por mayor incidencia de insuficiencia cardíaca, sin embargo este estudio no fue diseñado para este fin por lo que se tendrán que estudiar a los pacientes con marcapasos más a fondo y por más tiempo.

Ya que la muestra sigue siendo pequeña para demostrar diferencias entre los tres grupos de localización tomográfica de electrodo, se recomienda iniciar con una mayor cantidad de pacientes y con la recomendación de tratar de implantar el electrodo de marcapasos en la porción septal del TSVD siempre que sea posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Deborah S, Roselie A, Brad A, Databases for Studying the Epidemiology of Implanted Medical Devices. *The bionic human* 2006; 115-132.
2. Panos E, Angelo A, Jean-Jacques B, Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force for Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy of the European Society of Cardiology. Developed in Collaboration with the European Heart Rhythm Association. *Eur Heart J* 2007; 28: 2256–2295
3. Yasuda K, Hayashi G, Ohuchi H, et al. Dilated cardiomyopathy after pacemaker implantation in complete heart block. *Pediatr Int* 2005; 47(2):121-5
4. Furman S, Schwedel J, An intracardiac pacemaker for Stokes-Adams seizures. *N Eng J Med* 1999; 261:943–8.
5. Karpawich P, Rabah R, Haas J, Altered cardiac histology following apical right ventricular pacing in patients with congenital atrioventricular block. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999; 9:1372–7.
6. Zhang XH, Chen H, Siu CW, Yiu KH, Chan WS, Lee KL, Chan HW, et al, Newonset heart failure after permanent right ventricular apical pacing in patients with acquired high-grade atrioventricular block and normal left ventricular function. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2008; 19:136–41.
7. Tse HF, Lau CP. Long-term effect of right ventricular pacing on myocardial perfusion and function. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29:744–9.
8. Sweeney MO, Hellkamp AS, Ellenbogen KA, Greenspon AJ, Freedman RA, Lee KL, et al. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction. *Circulation* 2003; 107:2932–7.
9. Wilkoff BL, Cook JR, Epstein AE, Greene HL, Hallstrom AP, Hsia H, et al. Dual chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the Dual Chamber and VVI Implantable Defibrillator (DAVID) trial. *JAMA* 2002; 288:3115–23.

10. Andersen HR, Nielsen JC, Thomsen PE, Thuesen L, Mortensen PT, Vesterlund T, et al. Long-term follow-up of patients from a randomized trial of atrial versus ventricular pacing for sick-sinus syndrome. *Lancet* 1997; 350:1210–16.
11. Thambo JB, Bordachar P, Garrigue S, Lafitte S, Sanders P, Reuter S, et al. Detrimental ventricular remodeling in patients with congenital complete heart block and chronic right ventricular apical pacing. *Circulation* 2004; 110:3766–72.
12. Wyman BT, Hunter WC, Prinzen FW, McVeigh ER. Mapping propagation of mechanical activation in the paced heart with MRI tagging. *Am J Physiol* 1999; 276:H881–H91.
13. Prinzen FW, Augustijn CH, Arts T, Allessie MA, Reneman RS. Redistribution of myocardial fiber strain and blood flow by asynchronous activation. *Am J Physiol* 1990; 259:H300–H8.
14. Prinzen FW, Hunter WC, Wyman BT, McVeigh ER. Mapping of regional myocardial strain and work during ventricular pacing: experimental study using magnetic resonance imaging tagging. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33:1735–42.
15. Victor F, Leclercq C, Mabo P, Pavin D, Deviller A, de Place C, et al. Optimal right ventricular pacing site in chronically implanted patients: a prospective randomized crossover comparison of apical and outflow tract pacing. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33:311–6.
16. Mera F, DeLurgio DB, Patterson RE, Merlino JD, Wade ME, Leo'n AR. A comparison of ventricular function during high right ventricular septal and apical pacing after his-bundle ablation for refractory atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999; 22:1234–9.
17. Leong DP, Mitchell AM, Salna I, Brooks AG, Sharma G, Lim HS, et al. Long-term mechanical consequences of permanent right ventricular pacing: effect of pacing site. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010; 21:1120–6.
18. Jippe C, Balt, Norbert M. van Hemel, Hein J.J. Wellens, et al. Radiological and electrocardiographic characterization of right ventricular outflow tract pacing. *Europace* 2010; 12:1739–1744.
19. Hillock R, Mond HG. Pacing the right ventricular outflow tract septum: time to embrace the future, *Europace* 2012; 14 (1): 28-35.

20. Mond HG, Hillock RJ, Stevenson IH, McGavigan AD. The right ventricular outflow tract: the road to septal pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007; 30:482–91
21. Lieberman R, Grenz D, Mond HG, Gammage MD. Selective site pacing: defining and reaching the selected site. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27:883–6.
22. Vlay SC. Right ventricular outflow tract pacing: practical and beneficial. A 9-year experience of 460 consecutive implants. *Pacing Clin Electrophysiol* 2006; 29:1055–62.
23. Nicolas Preumont, Jean-Luc Jansens, Guy Berkenboom, et al. Effects of right ventricular pacing on regional myocardial glucose metabolism. *Europace* 2005; 7:584-591.
24. Ji Chen, Jeroen J. Bax, Maureen M. Henneman, et al. Is nuclear imaging a viable alternative technique to assess dyssynchrony?. *Europace* 2008; 10:101–105
25. Laurens F. Tops, Victoria Delgado, Jeroen J. The Role of Speckle Tracking Strain imaging in Cardiac Pacing. *Echocardiography* 2009; 26:3-10
26. Ling Ji, Wenzhi Hu, Jing Yao, et al. Acute Mechanical Effect of Right Ventricular Pacing at Different Sites Using Velocity Vector Imaging, *Echocardiography* 2010; 27:1219-1227.
27. Shimony A, Eisenberg M, Filion K, et al. Beneficial effects of right ventricular non-apical vs. apical pacing: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials, *Europace* 2011; 10:53-65.
28. Bonilla Morales I, Guevara-Valdivia ME, Gómez-León J, et al. Localización del electrodo de marcapasos definitivo en el tracto de salida del ventrículo derecho mediante tomografía axial computarizada. *Rev Mex Cardiol* 2013; 24(2):69-75
29. Lang R, Badano L, Mor-avi V. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:1-39.

ABREVIATURAS.

TSVD Tracto de salida del ventrículo derecho.

AVD Ápex del ventrículo derecho

TAC Tomografía axial computarizada

ECG Electrocardiograma

FEVI Fracción de eyección del ventrículo izquierdo

BAV Bloqueo auriculoventricular

ENS Enfermedad del nodo sinusal

BCRDHH Bloqueo completo de rama derecha del haz de His.

BCRIHH Bloqueo completo de rama izquierda del haz de His.

Anexo 1:**Hoja de Captura de datos**

Nombre: _____

No.Afiliacion: _____

Sexo: _____ Edad: _____ Teléfono: _____

Fecha de implante de Marcapasos: _____

Indicación de implante de Marcapasos: _____

Diabetes Mellitus tipo 2: nueva aparición () previa al estudio ()

Hipertensión arterial sistémica: Nueva aparición () previa al estudio ()

Defunción: si () no () causa: _____

Localización del electrodo mediante TAC		
FEVI 3D	previa	actual
Asincronía A-V	previa	actual
Asincronía Intraventricular	previa	actual
Asincronía interventricular	previa	actual

Datos:

Comentarios: _____
