

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE ESPECIALIDADES "DR. ANTONIO FRAGA MOURET"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"**

**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 Tomografía Axial
Computarizada.**

TESIS

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

PRESENTA

DR. IVAN BONILLA MORALES

Asesor: Dr. Milton Ernesto Guevara Valdivia



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.

MEXICO, D.F. 2013

Dr. Jesús Arenas Osuna

Jefe de División de Educación en Salud

UMAE Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional "La Raza"

Dr. Rubén Baleon Espinosa

Titular del curso

Dr. Ivan Bonilla Morales

Residente de Tercer año de Cardiología de la UMAE Hospital de Especialidades

Centro Médico Nacional "La Raza"

Número de Registro:

R-2012-3501-70

INDICE

Caratula	.....	1
	
Hoja Autorización de tesis	.....	2
	
Índice	.....	3
	
Resumen	.....	4
	
Abstract	.....	5
	
Antecedentes	.....	6
	
Material y métodos	.....	12
	
Resultados	.....	23
	
Discusión	.....	36
	
Conclusiones	.....	38
	
Bibliografía	.....	39
	
Abreviaturas	.....	43
	
Anexos	.....	44
	

RESUMEN

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 Tomografía Axial Computarizada.

Objetivo: Comparar la incidencia de asincronía tomando en cuenta las diferentes localizaciones del electrodo mediante tomografía.

Material y métodos: Se incluyeron 36 pacientes con marcapasos definitivo VVI en el TSVD, se les tomo un electrocardiograma de 12 derivaciones, proyecciones fluoroscópicas y tomografía multicorte y para determinar la posición del electrodo en el TSVD, después se obtuvieron mediciones ecocardiográficas para valorar asincronía. Estadística descriptiva, para variables cualitativas se empleo test exacto de Fisher y prueba Kappa para evaluar la concordancia entre los estudios.

Resultados. Mediante electrocardiograma se localizo el electrodo: septal en 58.3% y en pared libre 41.7%. Por fluoroscopia en OAI a 35° se localizo el electrodo en pared anterior 5.6%, pared libre 38.9% y septal 55.6%; en OAI a 45° pared anterior 2.8%, pared libre 44.4 y septal 52.8. Mediante tomografía se documento posición anterior del electrodo en 39%, pared libre 48% y septal 13%. El coeficiente Kappa de las 3 pruebas mostro concordancia muy baja. Se analizo asincronía ventricular de 7 pacientes en modo M, encontrando asincronía en todos los pacientes con localización en pared libre.

CONCLUSION. La tomografía es un mejor método para determinar la posición del electrodo en TSVD comparado contra la fluoroscopia y electrocardiograma, aun no es posible determinar si existen diferencias en la asincronía debido al tamaño de la muestra analizada hasta el momento.

PALABRAS CLAVE. Marcapasos, Tracto de salida del ventrículo derecho, tomografía, Asincronia ventricular.

SUMMARY

Ventricular Asynchrony in Patients with pacing of the Right Ventricular Outflow Tract considering the Different Locations of the Lead Using Computed Tomography.

Objective: To compare the incidence of asynchrony considering the different locations of the electrode by computed tomography (CT).

Material and methods: 36 patients were included with VVI permanent pacemaker with the lead in the RVOT. A 12-lead electrocardiogram, fluoroscopy images and CT were performed to determine the position of the lead in the RVOT, then echocardiographic measurements were obtained to evaluate asynchrony. Descriptive statistics were used; for qualitative variables Fisher exact test and Kappa test to evaluate the concordance between studies.

Results: By electrocardiogram, we located the lead in septal wall 58.3% and free wall 41.7%. By fluoroscopy images in LAO 35° the lead was located on the anterior wall 5.6%, free wall 38.9% and septal 55.6%; in LAO 45° anterior wall 2.8%, free wall 44.4% and septal 52.8% By Tomography the lead was positioned on anterior wall in 39%, free wall 48% and septal 13%. The Kappa coefficient of the 3 tests showed very low concordance, and it was analyzed asynchrony ventricular of 7 patients in M mode, finding asynchrony in every patient with free wall location

Conclusion: CT is a better method for determining the position of the lead on the RVOT compared to fluoroscopy images an electrocardiogram; it is not yet possible to determine whether there are differences in asynchrony due to the size of the sample analyzed so far.

Key Words: Pacemaker, Right ventricle outflow tract, Electrocardiogram, Tomography, Ventricular asynchrony.

ANTECEDENTES CIENTIFICOS.

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 son más longevos 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 como: cambios en la histología y función cardiaca que pudieran comprometer su clase funcional.(3). La estimulación eléctrica transvenosa inicio en 1959, al principio los marcapasos fueron dispositivos de gran tamaño y pocas funciones, ahora son aparatos de unos gramos de peso, con algoritmos y funciones avanzadas que simulan una estimulación más fisiológica, lo que permite a los pacientes llevar una vida casi normal.(4). A pesar de los avances aun no es posible igualar lo que ocurre de manera fisiológica en el corazón, incluso se observan con mayor frecuencia efectos adversos de 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 sensado-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 han 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 más 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 a cuál era el 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 han 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 9 zonas eléctricas en el

TSVD con propiedades de estimulación diferentes y 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 de 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 si no 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 elaboro 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 diagnosticas 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 natriuretico. La ecocardiografía tridimensional tiene todas las características para ser la herramienta fundamental en el análisis de la asincronía mecánica, permite analizar todos los segmentos, con lo que puede localizar perfectamente el lugar más asincronico y cuantificar el grado, tiene la ventaja de estudiar todo el corazón de manera simultánea, a diferencia de las otras técnicas que estudian cada plano 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 relacionado 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 mas fisiológica. Para determinar la colocación del electrodo en el TSVD el método considerado el “estándar de oro” es la fluroscopia, 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, esto a su vez provoca que al comparar las repercusiones hemodinámicas de la estimulación eléctrica los resultados estén sesgados por que la localización fluoroscopica no concuerda con la posición real. La realización de este estudio pretende proponer un método de imagen como la tomografía multicorte que permita identificar con mucha mayor precisión la posición anatómica real del electrodo en el TSVD y de ahí partir para comparar si existen diferencias en la asincronía ventricular provocada por la estimulación eléctrica del marcapasos. Al ser la punta del electrodo un objeto metálico la tomografía tiene una sensibilidad del 100% para su detección ya que presenta valores de atenuación muy elevados de hasta (+2500 +3000 UH).

MATERIAL Y MÉTODOS.

OBJETIVOS.

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.

Confrontar las posiciones fluoroscópicas del electrodo ventricular contra la posición obtenida mediante tomografía.

Comparar las morfologías del QRS en el electrocardiograma de superficie una vez tipificada exactamente la localización del electrodo mediante Tomografía.

DISEÑO.

Se realizó un estudio observacional, transversal y descriptivo para evaluación de prueba diagnóstica e incidencia.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, con diagnóstico de enfermedad del nodo sinusal o alteraciones de la conducción auriculo-ventricular, portadores de marcapasos definitivo VVI con el electrodo localizado en el TSVD, implantado en el periodo comprendido entre enero del 2009 a diciembre del 2010 en el servicio de electrofisiología de la UMAE Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret" CMN La Raza IMSS, tener registro de estimulación efectiva en telemetría de más del 95% del tiempo y tener al menos 12 meses de la colocación del dispositivo y haber recibido una consulta posterior a la colocación del marcapasos para optimización de parámetros crónicos de estimulación.

Las variables del estudio fueron la localización del electrodo en el tracto de salida del ventrículo derecho, asincronía intraventricular e interventricular, fracción de eyección del ventrículo izquierdo y morfología del complejo QRS.

A todos los pacientes se les tomó un electrocardiograma de superficie de 12 derivaciones a una frecuencia de pulso de 90 lpm para lograr un 100% de estimulación; tomando en cuenta la morfología del QRS si la derivación DI y AVL son positivos el electrodo se encuentra en pared libre, si AVL es negativo se

determino posición septal; posteriormente se realizo TM simple e imágenes fluoroscópicas en proyección OAI a 35° y 45° para determinar la posición del electrodo, después se realizaron mediciones ecocardiograficas en modo M para valorar asincronia, el estudio se llevo a cabo en 3 departamentos diferentes del hospital conformados por un electrofisiologo y un cardiólogo para la valoración del electrocardiograma de superficie, un radiólogo para la valoración de la tomografía y un ecocardiografista, todos los integrantes del grupo de trabajo emitieron sus resultados finales antes de conocer la localización exacta del electrodo por tomografía con el objetivo de minimizar el sesgo.

Se capturo la información en el programa SPSS 20, se procedió a comparar la concordancia entre los estudios para determinar la posición del electrodo en el tracto de salida del ventrículo derecho y posteriormente determinar la incidencia de asincronia ventricular tomando como referencia las posiciones obtenidas por tomografía.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó estadística descriptiva. Para variables cualitativas se empleó la prueba exacta de Fisher. La relación entre variables categóricas se realizó mediante la prueba de Chi-cuadrado (χ^2). Se realizó el cálculo de la incidencia tomando en cuenta el número de casos nuevos entre la población de riesgo. Se realizó prueba Kappa para evaluar la concordancia entre los diferentes métodos de estudio.

En todas las pruebas estadísticas utilizó un nivel de significancia del 5% (p menor 0.05).

RESULTADOS

Ingresaron al estudio 36 pacientes, con marcapaso definitivo VVI, localizado en TSVD, las características clínicas del grupo se muestran en la (Tabla I), la indicación más frecuente para la colocación del marcapasos fue BAV 3er grado (72.2%), más de la mitad tenían ritmo intrínseco con QRS estrecho (55.6%) seguido por el BCRDHH (30.6%), los pacientes tenían un corazón estructuralmente normal con una 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%.

TABLA 1. CARACTERISTICAS CLINICAS DE LA POBLACION

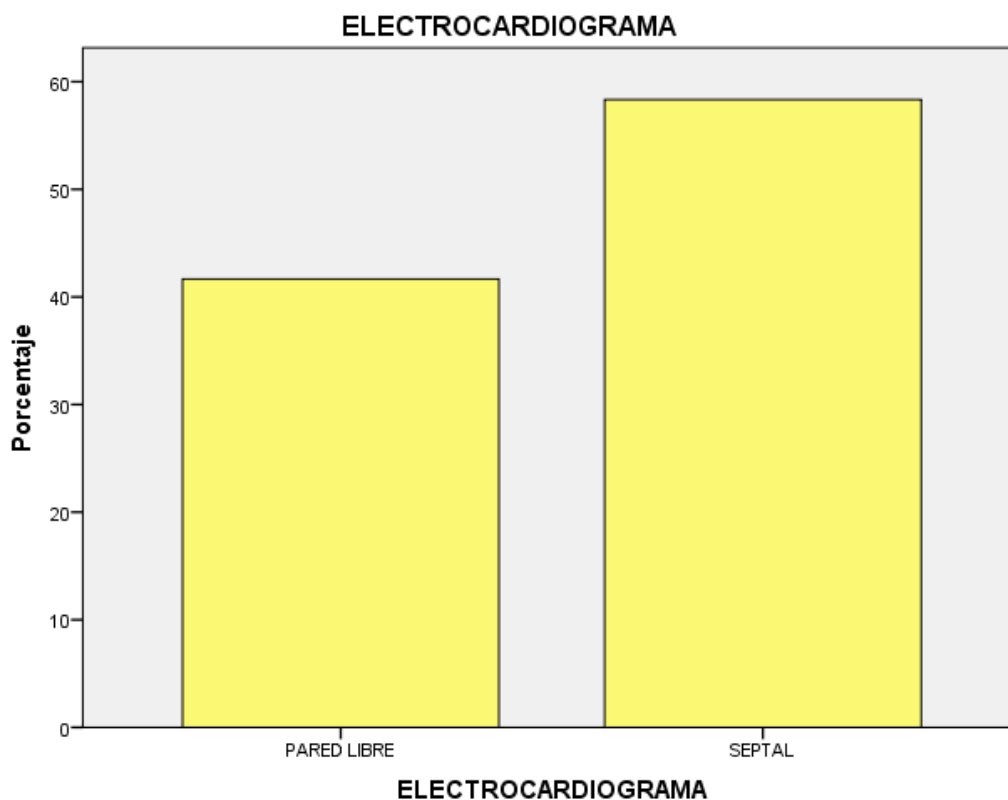
Edad (años)	70 años +/- 5
SEXO	
Hombres (%)	36.1%
Mujeres (%)	63.9%
INDICACION DE MARCAPSOS	
BAV 3 GRADO (%)	72.2 %
BAV 2° GRADO MII (%)	22.2 %
ENS* (%)	5.6 %
RITMO INTRINSECO	
BCRDHH (%)	30.6 %
BCRIHH (%)	13.9 %
QRS ESTRECHO (%)	55.6 %
COMORBILIDADES	
DM (%)	56 %
HAS (%)	68%
DATOS ECOCARDIOGRAFICOS	
FEVI (%)	MEDIA 60% (55-75%)
INSUFICIENCIA MITRAL (%)	LEVE=86.1% MODERADA=13.9%
INSUFICIENCIA TRICUSPIDEA (%)	LEVE= 47.2% MODERADA=52.8%
HAP**	MEDIA 37MMHG (25-50MMHG)
CARACTERISTICAS DEL MARCAPASOS	
TIEMPO DE IMPLANTADO	MEDIA 31.4 MESES (19-42)
% DE ESTIMULACION	MEDIA 98.7%

*Enfermedad del nodo sinusal. **Hipertensión arterial pulmonar-

ELECTROCARDIOGRAMA

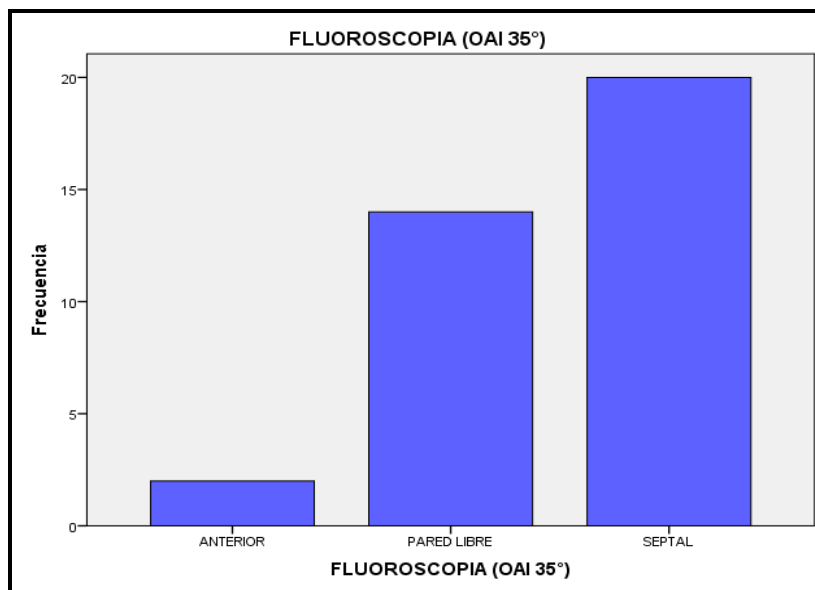
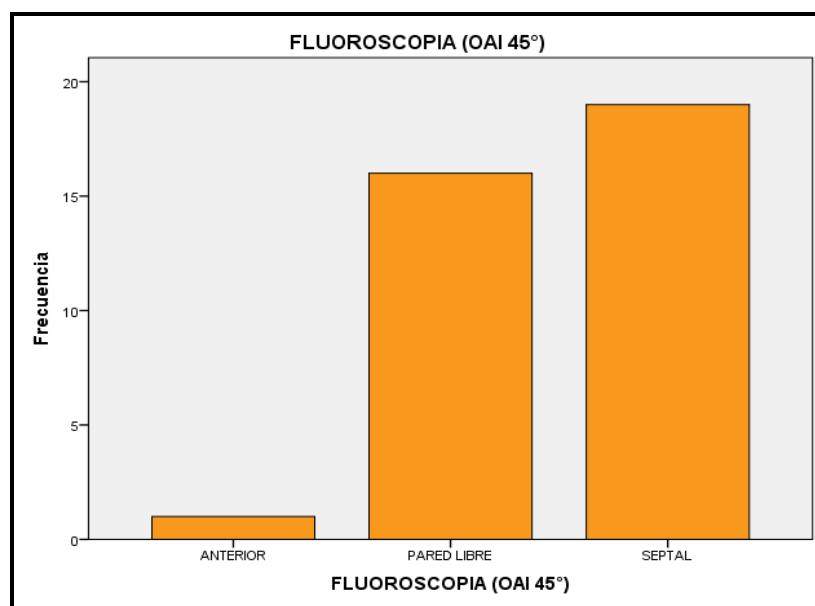
Se analizaron un total de 36 electrocardiogramas y se dividieron en 2 grupos (septal y pared libre), concluyendo 21 pacientes (58.3%) en posición septal y 15 pacientes (41.7%) en pared libre (Grafica 2).

Grafica 1. Se observa la localización del electrodo mediante electrocardiograma de superficie de 12 derivaciones.

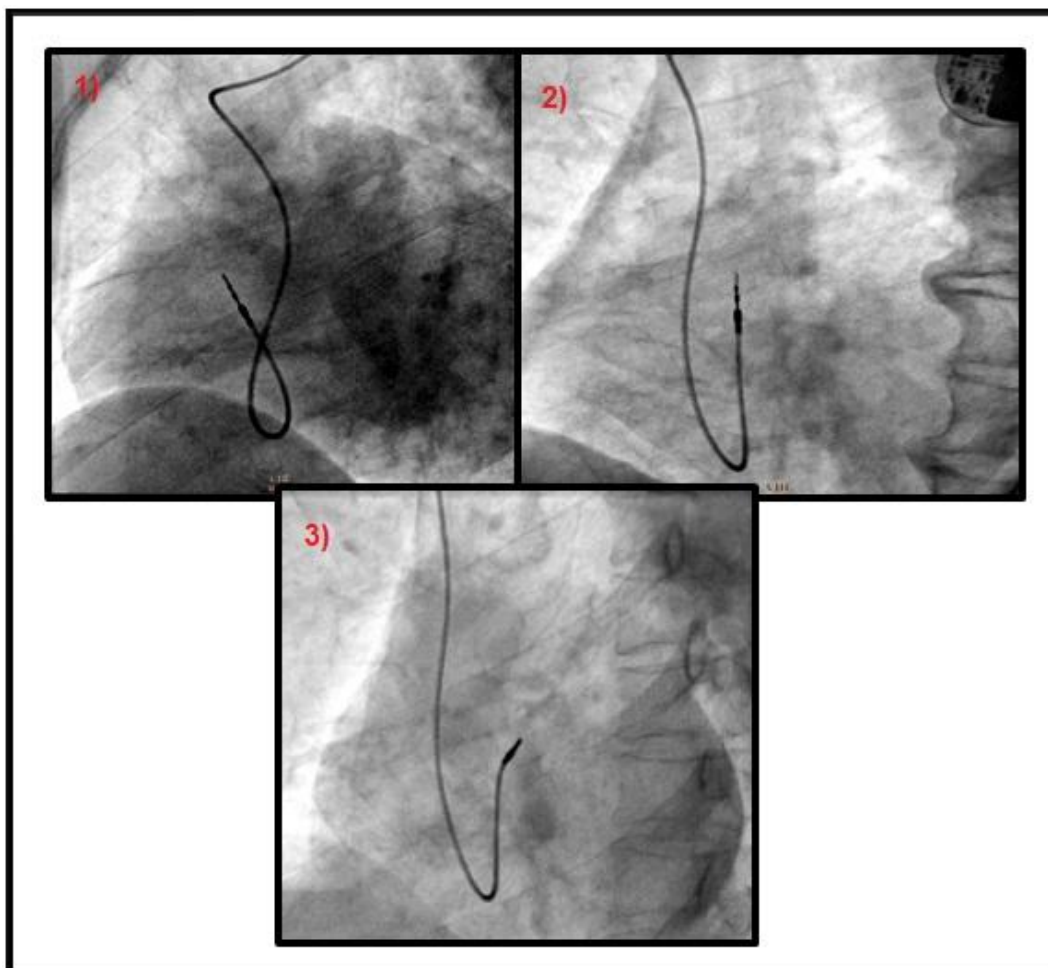


FLUOROSCOPIA

Se realizaron proyecciones fluoroscópicas en OAI a 35° y 45° para determinar la posición del electrodo en el TSVD, en OAI a 35° se localizó el electrodo en pared anterior 5.6%, pared libre 38.9 y septal 55.6; en OAI a 45° pared anterior 2.8%, pared libre 44.4 y septal 52.8. (Grafica 2 y 3).

Grafica 2. Localización del electrodo mediante fluoroscopia OAI 35°.**Grafica 3.** Localización del electrodo mediante fluoroscopia OAI 45°.

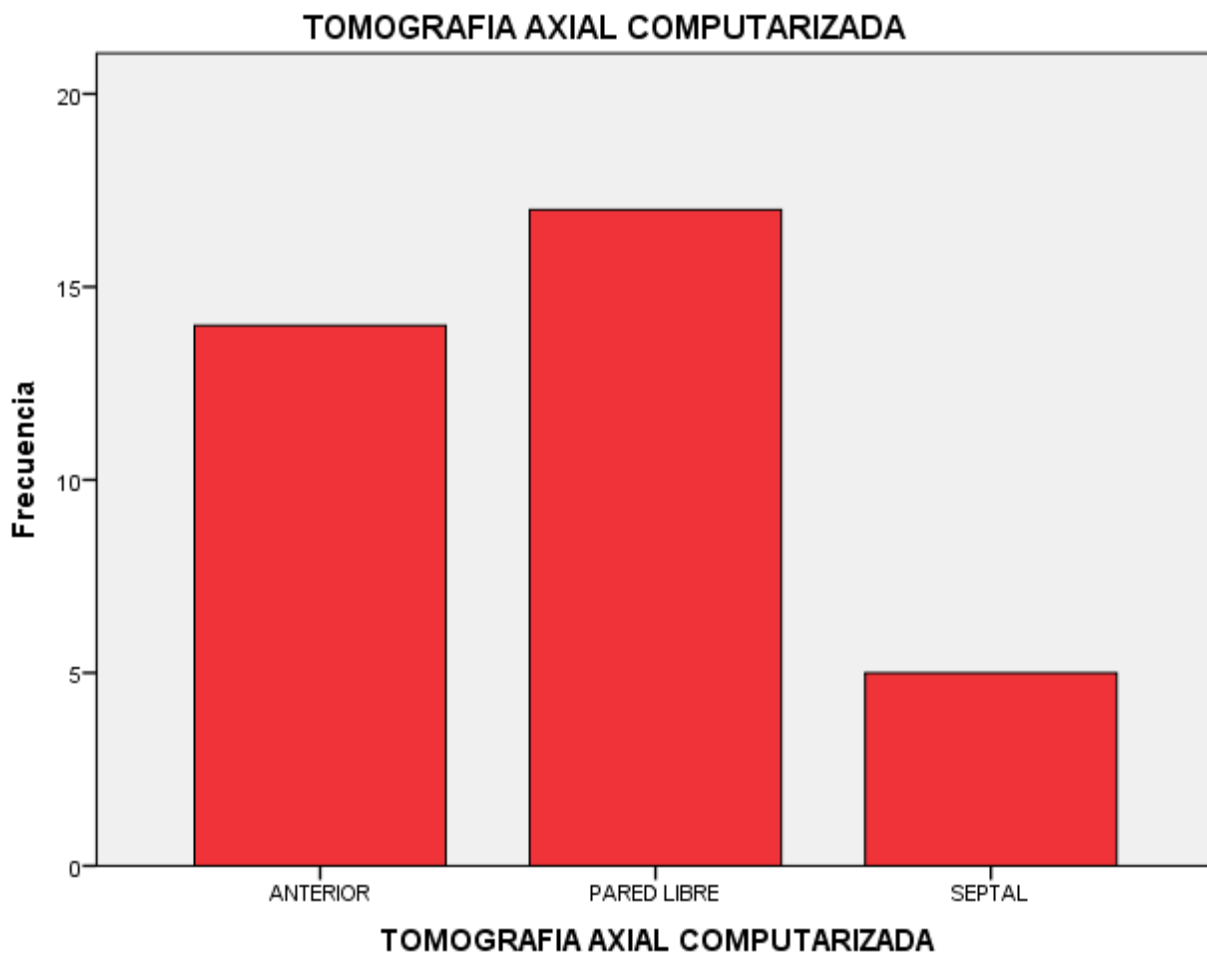
POSICIÓN DEL ELECTRODO EN EL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRÍCULO DERECHO MEDIANTE FLUOROSCOPIA: 1) PARED LIBRE, 2) PARED ANTERIOR Y 3) PARED SEPTAL.



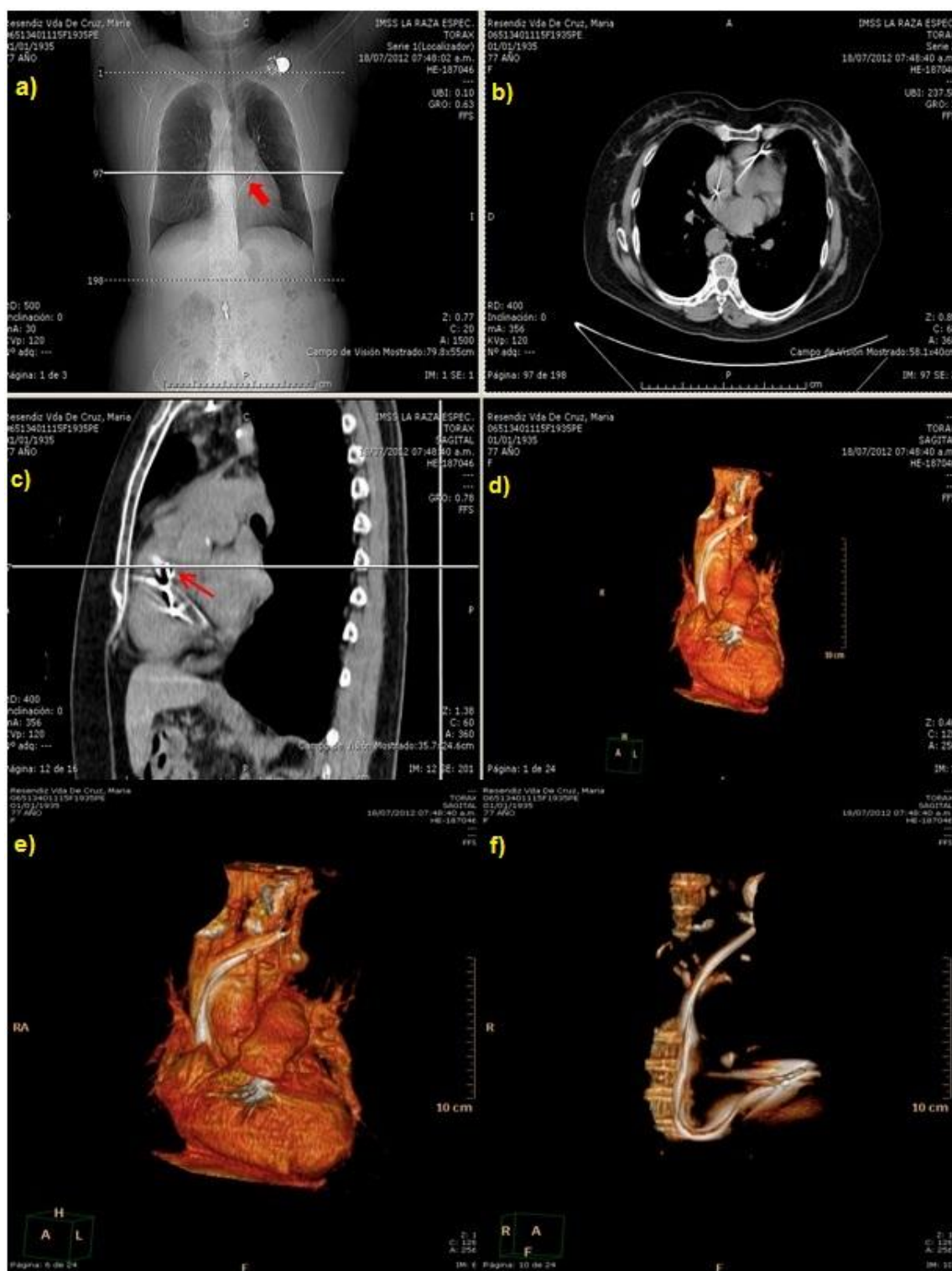
TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA

A los 36 pacientes se realizo tomografía multicorte simple y se determino la posición del electrodo en diferentes proyecciones (transversal, sagital, coronal y reconstrucción 3D), se documento posición anterior del electrodo en 39%, pared libre 48% y septal 13% (Grafica 4). Estos resultados contrastan con las posiciones obtenidas en fluoroscopia a 35° y 45° sobre todo en la posición anterior y pared septal.

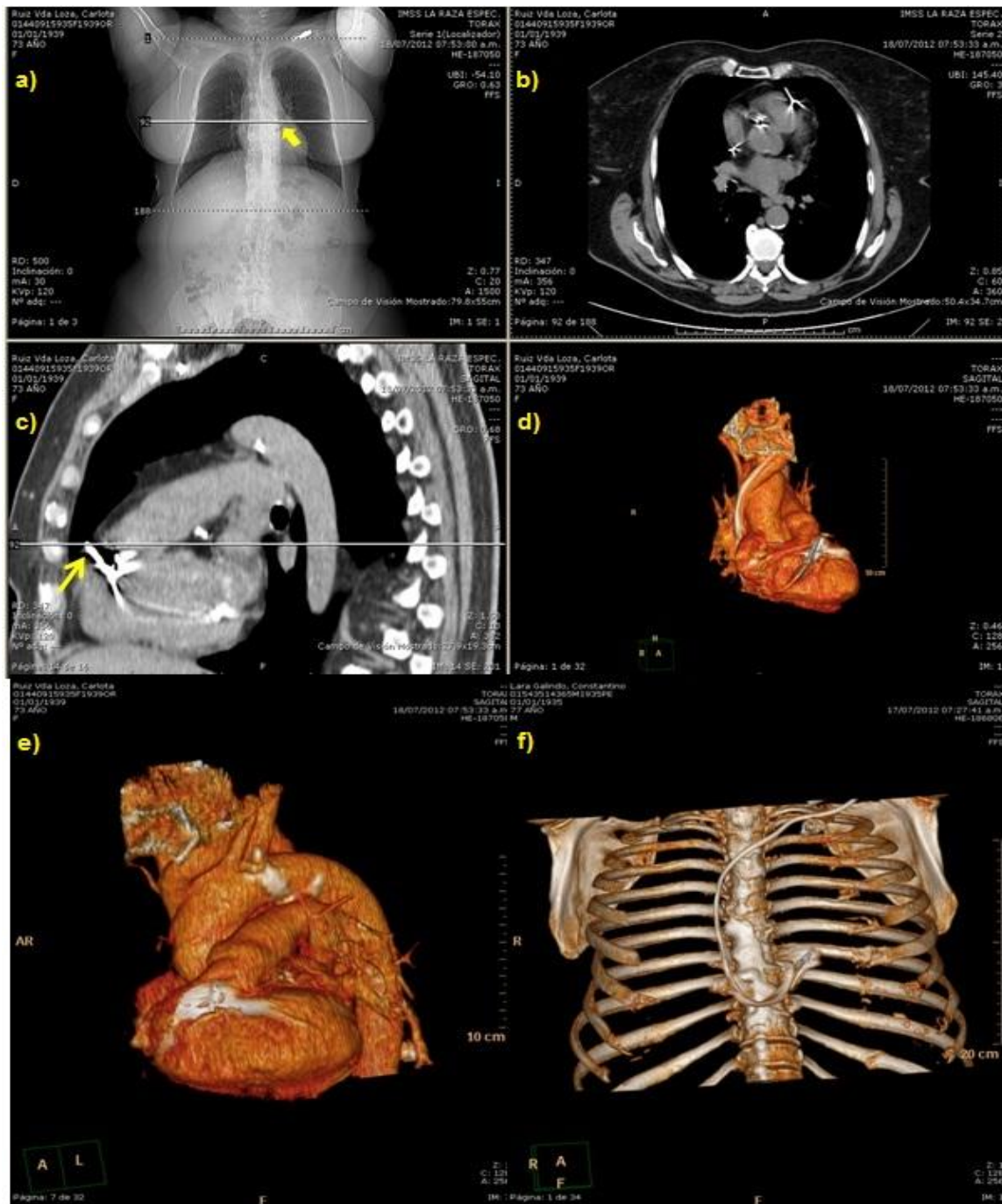
Grafica 4. Frecuencia de la localización del electrodo por tomografía axial computarizada.



Imágenes tomográficas del electrodo en pared septal del tracto de salida del ventrículo derecho: a) Topograma de tórax; flecha roja señalando la punta del electrodo de marcapasos, b) Corte transversal tórax a la altura de la punta del electrodo, c) Corte sagital del TSVD en donde se observa electrodo dirigido hacia la porción septal (flecha roja), d) y e) Reconstrucción 3D del electrodo y su relación con las estructuras del TSVD, f) Imagen del electrodo sin estructuras cardiacas.



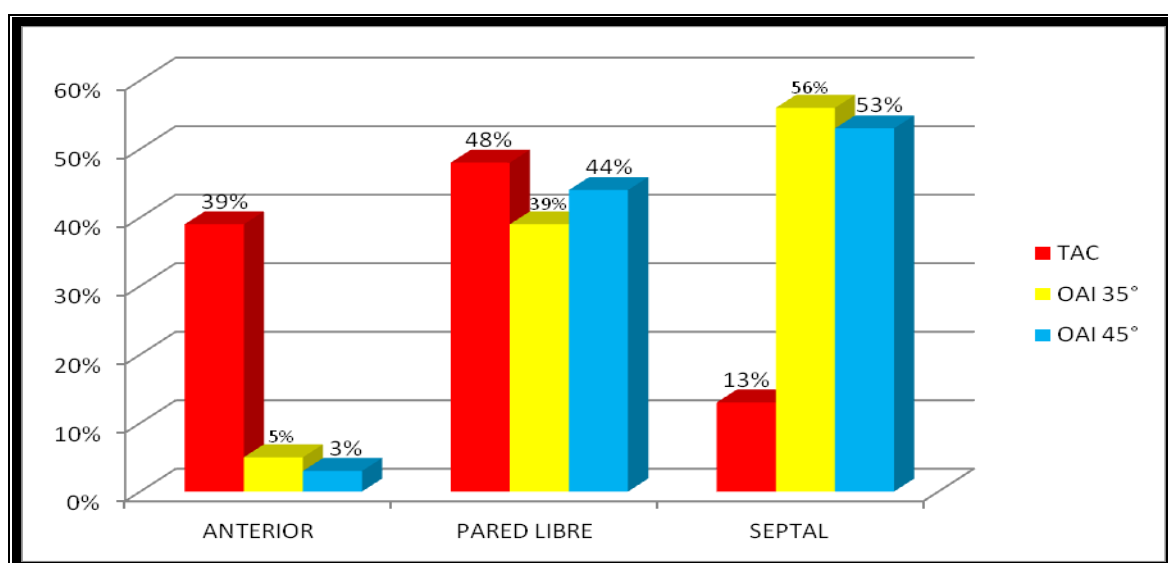
Imágenes tomográficas del electrodo en pared libre del tracto de salida del ventrículo derecho: a) Topograma de tórax; flecha amarilla señalando la punta del electrodo de marcapasos, b) Corte transversal tórax a la altura de la punta del electrodo, c) Corte sagital del TSVD en donde se observa electrodo dirigido hacia la pared libre (flecha amarilla), d) y e) Reconstrucción 3D del electrodo y su relación con las estructuras del TSVD, f) Imagen del electrodo sin estructuras cardiacas.



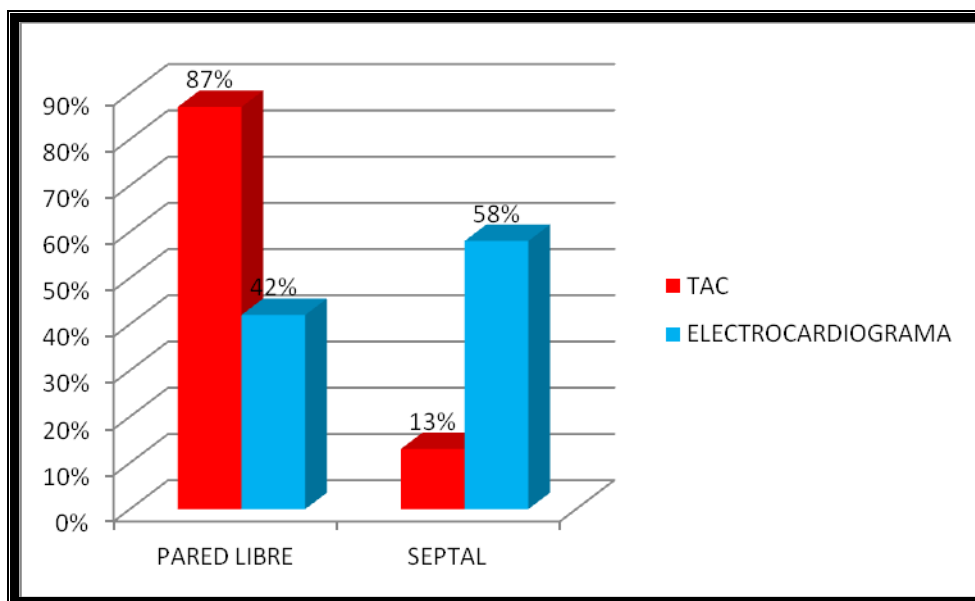
CONCORDANCIA DE LOS ESTUDIOS

Se compararon los resultados en porcentaje de los 3 estudios utilizados para determinar la posición del electrodo (TAC, ECG y fluoroscopia) (Grafica 5 y 6). Posteriormente se realizó una prueba de concordancia Kappa tomando como referencia a la tomografía contra las proyecciones a OAI 35°, OAI 45° y electrocardiograma; encontrando a 35° una concordancia de 0.110 y a 45° 0.016 (Grafica 7 y 8); ambos resultados indican que la concordancia entre las 2 pruebas es muy baja. Si realizamos un análisis por grupos la fluoroscopia tiene buena concordancia para tipificar los electrodos que se encuentran en pared libre ya que a 35° grados 20 pacientes fueron Pared libre por fluoroscopia y 17 por tomografía, a 45° 19 pacientes pared libre por fluoroscopia y 17 tomografía, no pasa lo mismo con la pared anterior ni con la septal ya que existe gran discordancia entre lo que se determina por fluoroscopia en las 2 posiciones y lo que se determina por tomografía. El electrocardiograma muestra un nivel de concordancia de 0.107, por lo que al igual que la fluoroscopia el nivel de concordancia es muy bajo (Grafica 9).

Grafica 5. Correlación en porcentaje de la ubicación del electrodo obtenida mediante Tomografía y Fluoroscopia.



Grafica 6. Correlación en porcentaje de la ubicación del electrodo obtenida mediante Tomografía y Electrocardiograma.



Grafica 7. Coeficiente de concordancia kappa: fluoroscopia (OAI 35°) / Tomografía axial computarizada.

Tabla de contingencia					
Recuento					
		TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA			Total
		ANTERIOR	PARED LIBRE	SEPTAL	
FLUOROSCOPIA (OAI 35°)	ANTERIOR	2	0	0	2
	PARED LIBRE	6	7	1	14
	SEPTAL	6	10	4	20
Total		14	17	5	36

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. Aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	.110	.091	1.258	.208
N de casos válidos		36			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					

Grafica 8. Coeficiente de concordancia kappa: fluoroscopia (OAI 45°) / Tomografía axial computarizada.

Tabla de contingencia					
Recuento					
		TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA			Total
		ANTERIOR	PARED LIBRE	SEPTAL	
FLUOROSCOPIA (OAI 45°)	ANTERIOR	1	0	0	1
	PARED LIBRE	7	7	2	16
	SEPTAL	6	10	3	19
Total		14	17	5	36

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. Aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	.016	.089	.189	.850
N de casos válidos		36			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					

Grafica 9. Coeficiente de concordancia kappa: fluoroscopia (OAI 35°) / Tomografía axial computarizada.

Tabla de contingencia					
Recuento					
		TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA		Total	
		PARED LIBRE	SEPTAL		
ELECTROCARDIOGRAMA	PARED LIBRE	14	1	15	
	SEPTAL	17	4	21	
Total		31	5	36	

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	.107	.095	1.059	.290
N de casos válidos		36			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					

ASINCRONIA VENTRICULAR TOMANDO EN CUENTA LA POSICIÓN DEL ELECTRODO MEDIANTE TOMOGRAFÍA.

Para determinar la asincronía se han analizado hasta el momento 7 casos en modo M, tomando en cuenta los periodos pre expulsivos aórtico y pulmonar lo que permite evaluar asincronía intraventricular e interventricular. Se analizaron los casos mediante Chi-cuadrado de Pearson y Test exacto de Fisher. Para la asincronía intraventricular se obtuvo un valor de Chi-cuadrado de 0.391 y Test exacto de Fisher de 0.583 ambos estadísticamente no significativos (Grafico 10). Para la asincronía interventricular el valor de Chi-cuadrado fue de 0.047 estadísticamente significativo ($P < 0.05$) y Test exacto de Fisher 0.222 estadísticamente no significativo (Grafico 11).

Grafica 10. Asincronía intraventricular. Relación de la asincronía en base a la posición del electrodo mediante tomografía axial computarizada.

TABLA DE CONTINGENCIA TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA Y ASINCRONIA INTRAVENTRICULAR				
Recuento				
		ASINCRONIA INTRAVENTRICULAR		Total
		SI	NO	
TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	PARED LIBRE	5	2	7
	SEPTAL	2	0	2
Total		7	2	9

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.735 ^a	1	.391		
Corrección por continuidad ^b	.000	1	1.000		
Razón de verosimilitudes	1.15 ₉	1	.282		
Estadístico exacto de Fisher				1.000	.583
Asociación lineal por lineal	.653	1	.419		
N de casos válidos	9				
a. 3 casillas (75.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es .44.					
b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.					

Grafica 11. Asincronía interventricular. Relación de la asincronía en base a la posición del electrodo mediante tomografía axial computarizada.

TABLA DE CONTINGENCIA TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA Y ASINCRONIA INTERVENTRICULAR				
Recuento				
		ASINCRONIA INTRAVENTRICULAR		Total
		SI	NO	
TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	PARED LIBRE	5	2	7
	SEPTAL	2	0	2
Total		7	2	9

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3.938 ^a	1	.047		
Corrección por continuidad ^b	.502	1	.479		
Razón de verisimilitudes	3.506	1	.061		
Estadístico exacto de Fisher				.222	.222
Asociación lineal por lineal	3.500	1	.061		
N de casos válidos	9				
a. 3 casillas (75.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es .22.					
b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.					

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 los métodos tradicionalmente usados como “estándar de oro” para determinar la posición en el tracto de salida ha sido la fluoroscopia y el electrocardiograma, estos 2 métodos fueron comparados en un estudio reciente por Jippe, et al⁽¹⁸⁾, mostrando discrepancias en la posición del electrodo en el TSVD, según dicho estudio bajo las proyecciones convencionales de fluoroscopia se determino que un 30% quedan en la porción septal, 36% en la porción anterior y 48% pared libre, además de mostrar que un QRS negativo en DI no necesariamente correspondía con la pared septal como siempre se ha manejado, si comparamos los datos de nuestro estudio por fluoroscopia un 53% se encuentra en pared septal, 3% pared anterior y 44% en pared libre. Dentro de las limitaciones del estudio citado se refiere que la fluoroscopia parece no ser un buen método para evaluar la posición del electrodo, nosotros demostramos que efectivamente al comparar la fluoroscopia y el electrocardiograma con la tomografía axial computarizada las diferencias son muy significativas; probablemente este hecho se explique debido a que la posición del corazón en el tórax no es igual en todas las personas lo que modifica la imagen fluoroscópica y de igual manera los vectores de despolarización cardiacos dan como resultado diferentes morfologías del QRS en el electrocardiograma de superficie⁽¹⁸⁾.

Los hallazgos principales del estudio muestran que la fluoroscopia al ser un método de imagen bidimensional no permite tipificar la posición del electrodo en el TSVD con la exactitud que lo hace la tomografía multicorte, dicho estudio nos permite evaluar la punta en diferentes proyecciones y además su relación en 3D con las estructuras que conforman el tracto de salida del ventrículo derecho, esto queda de manifiesto mediante la prueba Kappa, la cual reporta concordancia muy baja cuando se compara la TAC con las proyecciones fluoroscópicas a 35° y 45°; cabe señalar que si analizamos cada grupo la fluoroscopia es buena para determinar la posición en la pared libre con una buena concordancia con respecto a la tomografía.

Los resultados de las morfologías del QRS en el electrocardiograma de superficie al igual que la fluoroscopia muestran un coeficiente Kappa muy bajo con respecto a la tomografía.

Con respecto a la asincronía el número de pacientes analizados es muy pequeño para obtener un resultado estadísticamente significativo, que permita determinar si existen diferencias entre la estimulación septal y pared libre del TSVD, aun se continuara evaluando el resto de los pacientes para determinar la incidencia de asincronía tomando en cuenta la posición tomografica del electrodo, algo relevante que podemos destacar en este momento es que de los 9 pacientes que hemos analizado en busca de asincronía 8 se encontraban en una posición no septal y todos tienen algún grado de asincronía intraventricular e interventricular, y 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⁽²⁷⁾.

Si los resultados de asincronía ventricular obtenidos del análisis posterior del resto de los pacientes fueran significativas entre los dos 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.

CONCLUSIONES

La tomografía axial computarizada es un método de imagen que nos permite evaluar de manera mas precisa la posición del electrodo en el TSVD si se compara contra el electrocardiograma o la fluoroscopia, en este momento aun no es posible determinar con significancia estadística si existen diferencias en la asincronía ventricular entre las diferentes localizaciones del electrodo en el TSVD.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La muestra evaluada hasta el momento para buscar asincronía ventricular es muy pequeña por lo que se continuaran realizando los estudios para determinar si existen diferencias entre los diferentes sitios de estimulación. Si bien las medidas de asincronía obtenidas hasta el momento en modo M nos dan una idea de la asincronía intraventricular e interventricular, existen ya en la actualidad mejores métodos que permiten evaluarla como el Doppler Tisular Color, Speckle tracking y Global Strain.

BIBLIOGRAFÍA

1. Deborah S, Roselie A, Brad A, Databases for Studying the Epidemiology of Implanted Medical Devices. *The Bionic Human* 2006; 115-132.
2. Vardas P, Auricchio A, Blanc JJ, Daubert JC, Drexler H, Ector H, et al, 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. *European Heart Journal* 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, León 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. Richard J. Hillock, Harry G. Mond, 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. Avi Shimony, Mark J Eisenberg, Kristian B. Filion, 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. Graham D, Cloke P, Vosper M, Principios y aplicaciones de física radiológica. 6a ed. España: Elseviere; 2012.
29. Shima T, Ohnishi Y, Inoue T, et al, The relation between the pacing sites in the right ventricular outflow tract and QRS morphology in the 12-lead ECG. *Jpn Circ J* 1998; 62:399–404.

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 auriculo ventricular

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. Afiliación: _____

Sexo: _____ Edad: _____ Telefono: _____

Fecha de implante de Marcapasos: _____

Indicación de implante de Marcapasos: _____

Datos:

Localización del electrodo mediante TAC	
Localización del electrodo mediante fluoroscopia	
FEVI	
Asincronía A-V	
Asincronía Intraventricular	
Asincronía interventricular	
ECO 3D	
Duración del QRS	
Morfología del QRS en DI y AVL	

Comentarios: _____

_____.