



# Sincronía del ventrículo izquierdo con estimulación del septum contra tracto de salida en bloqueo auriculoventricular

Gustavo Rodríguez-Serrano,<sup>a</sup>  
Susano Lara-Vaca,<sup>b</sup>  
Texar Pereyra-Nobara,<sup>c</sup>  
Enrique Bernal-Ruiz<sup>d</sup>

## Left ventricular synchrony with septum stimulation vs. septal ventricular outflow tract in complete atrioventricular block

**Background:** Placing the right ventricular pacing electrode in different places than the apex is less deleterious to the ejection fraction and left ventricular synchrony. Currently it is not defined which non apical site is better alternative. The aim of this paper was to determine if there is a difference in systolic function and left ventricular synchrony with stimulation of medial septum or outflow tract of the right ventricle in patients with atrioventricular block and pacemaker device.

**Methods:** This was an observational analytical cross study. The patients included in this study were the population over 18 years old, diagnosed with atrioventricular block and pacemaker device. Two groups were divided according to the site of electrode placement whether in medial septum region or outflow tract of the right ventricle. The ejection fraction and left ventricular synchrony was determined by echocardiogram.

**Results:** 54 patients were included in each group, with similar demographic characteristics, except for the time of placement of ventricular electrode ( $p = < 0.001$ ). No significant difference in ejection fraction or left ventricular synchrony was found.

**Conclusions:** There were no differences in ejection fraction or left ventricular synchrony regardless of the ventricular electrode placement.

**Introducción:** el objetivo del presente estudio fue determinar si existe diferencia en la función sistólica y la sincronía del ventrículo izquierdo con estimulación del septum medio o tracto de salida del ventrículo derecho en pacientes con bloqueo auriculoventricular portadores de marcapaso.

**Métodos:** estudio observacional, analítico, transversal. Se seleccionaron todos los pacientes mayores de 18 años portadores de marcapaso con diagnóstico de bloqueo auriculoventricular. Se analizaron dos grupos acorde al sitio de colocación del electrodo de estimulación en región septal media o tracto de salida del ventrículo derecho. Se determinó la fracción de expulsión y sincronía del ventrículo izquierdo.

**Resultados:** se incluyeron 54 pacientes por cada grupo, siendo las características de ambos similares, excepto el tiempo de colocación del electrodo de estimulación ventricular ( $p = < 0.001$ ). No hubo diferencia significativa en la fracción de expulsión o sincronía del ventrículo izquierdo.

**Conclusiones:** no se encontró diferencia en la fracción de expulsión o sincronía del ventrículo izquierdo independientemente del sitio de colocación del electrodo de estimulación.

### Keywords

Ventricular function  
Heart ventricles  
Pacemaker, artificial

### Palabras clave

Función ventricular  
Ventrículos cardíacos  
Marcapaso artificial

<sup>a</sup>Residencia de Cardiología

<sup>b</sup>Servicio de Cardiología-Electrofisiología

<sup>c</sup>División de Investigación en Salud

<sup>d</sup>Servicio de Cardiología-Hemodinamia

<sup>a-d</sup>Unidad Médica de Alta Especialidad 1, Centro Médico Nacional del Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social, León, Guanajuato, México

Comunicación con: Enrique Bernal-Ruiz

Teléfono: (477) 717 4800

Correo electrónico: enriquebernalmd@yahoo.com.mx

Desde los inicios de la estimulación cardíaca por vía endovenosa,<sup>1</sup> el ápex del ventrículo derecho ha sido el lugar preferido para la implantación del electrodo ventricular en el endocardio debido a la facilidad de colocación, la estabilidad, la fiabilidad y el diseño del electrodo.<sup>2</sup> Esto induce un acortamiento anormal de la fibra miocárdica y anomalías celulares del ventrículo izquierdo que conducen a un remodelado ventricular negativo,<sup>3</sup> lo cual, a su vez, aumenta el trabajo miocárdico<sup>4</sup> y el consumo de oxígeno.<sup>5</sup>

Los efectos deletéreos en la función ventricular izquierda con la estimulación del ápex han generado una búsqueda de sitios alternativos de estimulación no apicales del ventrículo derecho, con el fin de lograr un patrón menos excéntrico y más fisiológico de la activación ventricular.<sup>6</sup> Hasta la fecha, los sitios alternativos de estimulación ventricular derecha han incluido el haz de His y los tejidos parahisianos.<sup>7</sup>

Está claro que la colocación del electrodo en sitios distintos al ápex del ventrículo derecho es menos deletéreo en relación a la colocación apical del mismo en relación a la función global del ventrículo izquierdo determinada por la fracción de expulsión y la asincronía del ventrículo izquierdo, sin embargo, hasta el momento no se ha definido de forma contundente cuál de los sitios septales es la mejor alternativa, esto es debido a que no existe una adecuada estandarización y a la dificultad para realizar una colocación coherente, precisa y confiable de los electrodos en la posición seleccionada.

## Métodos

Se llevó a cabo un estudio analítico, transversal, observacional, en el que se incluyeron pacientes de ambos géneros mayores de 18 años con antecedente de bloqueo auriculoventricular completo, portadores de marcapaso definitivo, pertenecientes a la población del Hospital de Especialidades, Unidad Médica de Alta Especialidad 1, Centro Médico Nacional del Bajío. Se tomaron en cuenta los pacientes que acudieron de manera programada al servicio de consulta externa de la Clínica de marcapaso de la unidad y que cumplieran con los criterios de inclusión, se les invitó a participar en el estudio explicándoles brevemente y de forma sencilla lo que el estudio significaba, y se les explicó el consentimiento informado. Se interrogaron los datos personales de los pacientes y, posteriormente, se procedió a realizar ecocardiograma transtorácico a los pacientes que aceptaron participar en el estudio.

El ecocardiograma se realizó por cardiólogos ecocardiografistas adscritos al servicio de Ecocardiografía y de acuerdo con la técnica habitual con un ecocardiograma Vivid 6 de General Electric, en vista apical 4

cámaras por el método de Simpson, determinando por este método el volumen telediastólico y telesistólico del ventrículo izquierdo, de su diferencia se obtuvo el volumen sistólico y posteriormente se determinó la fracción de expulsión. De igual manera, en vista apical 4 cámaras y 2 cámaras, por medio de doppler tisular, se evaluaron los segmentos septal, lateral, anterior e inferior en sus porciones basal y media, midiendo el retraso de conducción, considerando este como el intervalo del tiempo desde inicio del QRS al pico de la onda S de cada uno de los segmentos y tomando en cuenta la diferencia en milisegundos de retraso en la conducción entre los segmentos septal y lateral, así como anterior en inferior.

## Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como medias  $\pm$  Desviación estándar (DS) o como medias (rango intercuantil) de acuerdo a su distribución y las variables nominales como *n* (%). Efectuamos prueba de *t* de Student para grupos independientes o *U* de Mann-Whitney para la comparación de variables continuas con distribución normal o sesgada respectivamente. Para la comparación de proporciones realizamos prueba Chi cuadrada o exacta de Fisher. Un valor de  $p < 0.05$  se consideró significativo, además de los intervalos de confianza a 95%. El análisis se efectuó mediante el software SPSS statistics 19.

En el presente estudio no se realizaron acciones en las que se generaran riesgos, el ecocardiograma transtorácico, al ser un estudio diagnóstico de imagen no invasivo que utiliza el ultrasonido para realizar la evaluación de la función y la estructura cardíaca, implicó un riesgo mínimo para el paciente. No se realizaron procedimientos prohibidos para la investigación en humanos apegados al código internacional de ética médica a la Declaración de Helsinki, cumpliendo con lo señalado en la Ley General de Salud en el reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación en salud. La información obtenida fue confidencial. Fue revisado y aprobado por los comités de Ética y de Investigación local e institucional.

## Resultados

Se analizaron un total de 108 sujetos, con una edad promedio de 67 años, de los cuales se presentó un ligero predominio en el género masculino (56 pacientes, 51.9%), en promedio el tiempo desde el implante del marcapaso fue de  $5.05 \pm 2.9$  años.

En ninguno de los dos grupos se encontraron diferencias entre las características demográficas, a excep-

**Cuadro I** Comparación de características de ambos grupos

	Septum medio <i>n</i> = 54 (%)		Tracto de salida del ventrículo derecho <i>n</i> = 54 (%)		<i>p</i>
Hombre	26	(48.1)	30	(55.6)	0.56
Diabetes mellitus tipo 2	10	(18.5)	12	(22.2)	0.81
Hipertensión arterial	23	(42.6)	29	(53.7)	0.33
Dislipidemia	11	(20.4)	9	(16.7)	0.80
Infarto de miocardio previo	3	(5.6)	6	(11.1)	0.48
Edad (años)*	66.48	(14.7)	68.28	(15.19)	0.53
Tiempo transcurrido del implante (años)*	6.15	(3.1)	3.9	(2.2)	< 0.001

\*Valores expresados en Media y Desviación estándar

ción del tiempo transcurrido desde la colocación del electrodo de estimulación ventricular (cuadro I).

En el grupo de la colocación del electrodo de estimulación ventricular en la región septal media se demostró una fracción de expulsión del 54.87% y en el grupo con el electrodo colocado en el tracto de salida del ventrículo derecho se demostró una fracción de expulsión del 55.98%. Entre estos dos valores no se demostró una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.492$ ) al realizar la comparación de medias con la prueba t de Student para grupos independientes.

Al analizar la diferencia de la activación entre las paredes septal y lateral, así como anterior e inferior en su segmento basal y medio del ventrículo izquierdo, no se demostró una diferencia estadísticamente significativa al realizar la comparación de medias con la prueba t de Student para grupos independientes (cuadro II).

Se analizó por medio de correlación de Pearson el tiempo transcurrido desde la colocación del electrodo de estimulación ventricular, los valores de la fracción

de expulsión y la diferencia de activación entre los segmentos analizados, no encontrando correlación entre estas variables (cuadro III).

## Discusión

Los efectos deletéreos en la función ventricular izquierda con la estimulación del ápex han generado una búsqueda de sitios alternativos de estimulación no apicales del ventrículo derecho, con el fin de lograr un patrón menos excéntrico y más fisiológico de la activación ventricular.

Al igual que un bloqueo de rama izquierda, la estimulación desde el ápex del ventrículo derecho produce una activación tardía y anormal de la pared lateral del ventrículo izquierdo. Esto induce un acortamiento anormal de la fibra miocárdica y anomalías celulares del ventrículo izquierdo que conducen a un remodelado ventricular negativo, lo cual a su vez aumenta el trabajo miocárdico y el consumo de oxí-

**Cuadro II** Comparación de la fracción de expulsión y la diferencia de activación en milisegundos en relación a sitio de colocación del electrodo de estimulación

	Septum medio		Tracto de salida del ventrículo derecho		<i>p</i>
Fracción de expulsión (porcentaje)	54.87	(8.70)	55.98	(8.03)	0.49
Segmento Basal					
Septal y lateral	27.59	(19.8)	30.74	(19.79)	0.41
Anterior e inferior	32.04	(20.40)	31.85	(20.19)	0.96
Segmento medio					
Septal y lateral	30.19	(23.35)	32.41	(22.89)	0.61
Anterior e inferior	35.74	(24.15)	36.3	(24.59)	0.90

\*Valores expresados en Media y Desviación estándar

**Cuadro III** Correlación de tiempo de colocación de electrodo de marcapaso en años con la fracción de expulsión y la diferencia de activación en milisegundos

Variable	Fracción de expulsión	Diferencia de activación Segmento basal		Diferencia de activación Segmento medio	
		Septal lateral	Anterior inferior	Septal lateral	Anterior inferior
Tiempo transcurrido del implante	-.011	-.009	.159	.055	.100
	$p = 0.91$	$p = 0.92$	$p = 0.10$	$p = 0.57$	$p = 0.303$

geno. En estudios clínicos previos se observó que la estimulación crónica en el ápex del ventrículo derecho es deletérea por presentar mayor riesgo de desarrollar disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, mayor asincronía, menor gasto cardíaco, mayor incidencia de insuficiencia cardíaca y fibrilación auricular.<sup>6</sup>

En la última década se han publicado varios estudios comparando la estimulación septal contra el ápex del ventrículo derecho, los cuales concluyen que la estimulación septal causa menor asincronía, menor depresión de la función sistólica y, por consiguiente, menor incidencia de insuficiencia cardíaca.

En el 2006, Ochetta<sup>8</sup> estudió pacientes que requirieron marcapaso posterior a la ablación del nodo auriculoventricular; en su estudio demostró que cuando la colocación del electrodo de estimulación se lleva cabo en la región parahisiana, el retraso electromecánico interventricular es menor en relación a la estimulación apical, además de presentar una mejor clase funcional y calidad de vida, demostrando que es mejor la estimulación en sitios no apicales.

En el 2010 Leong *et al.*<sup>9</sup> estudiaron pacientes sometidos a colocación de marcapaso definitivo, aleatorizando a los pacientes a una colocación del electrodo de estimulación ventricular en región apical y en tracto de salida del ventrículo derecho, demostrando una mayor fracción de eyección favoreciendo a la localización del electrodo en el tracto de salida del ventrículo derecho, de igual manera se demostró una menor disociación mecánica interventricular y menor disincronía intraventricular, favoreciendo el implante de electrodo de estimulación en sitios no apicales. Este estudio, al igual que el descrito previamente, fue realizado con un diseño prospectivo, con un seguimiento promedio de 29 meses.

En 2010, Rosso *et al.*<sup>10</sup> estudiaron a 15 pacientes a quienes se les colocó marcapaso definitivo, localizando el electrodo ventricular en el septum a nivel del tracto de salida del ventrículo derecho y septum medio, no encontrándose diferencias en los umbrales de estimulación en agudo y con una duración del QRS similar. Los resultados son semejantes a los obtenidos en este estudio, a pesar de tener una metodología distinta al tener un diseño prospectivo.

Finalmente, en el 2014, Makoto *et al.*<sup>11</sup> evaluaron a pacientes sometidos a colocación de marcapaso bicausal, con electrodo de estimulación ventricular de localización apical o no apical, en ambos grupos se demostró una disminución del strain global longitudinal sistólico, siendo de mayor proporción en pacientes con electrodo de estimulación ventricular en el ápex del ventrículo derecho, demostrando que la estimulación apical del ventrículo derecho deteriora más la deformación del miocardio regional que la estimulación no apical, resultando en una alteración de la función global del ventrículo izquierdo.

Existen pocos estudios que comparan la eficacia de la estimulación no apical y el presente estudio no demostró diferencia significativa en la función sistólica global del ventrículo izquierdo determinada por la fracción de expulsión ni en la sincronía del ventrículo izquierdo, independientemente del sitio no apical de colocación del electrodo de estimulación ventricular. Una de las desventajas del estudio realizado es su diseño transversal; ya que la mayoría de los estudios que han demostrado diferencia entre la función del ventrículo izquierdo y la sincronía al colocar electrodos en sitios apicales y no apicales han sido realizados con un diseño prospectivo y de duración mayor a 6 meses, solamente el estudio realizado por Rosso en el 2010 fue el único que no demostró diferencia, pero con una muestra de pacientes pequeña.

## Conclusiones

En este estudio no se demostró una diferencia significativa en la función sistólica global del ventrículo izquierdo determinada por la fracción de expulsión ni en la sincronía del ventrículo izquierdo, independientemente del sitio no apical de colocación del electrodo de estimulación ventricular.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

## Referencias

1. Furman S, Schwedel J. An intracardiac pacemaker for Stokes-Adams seizures. *N Eng J Med.* 1959; 261:943-8.
2. 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(3):H881-H91.
3. Prinzen FW, Augustijn CH, Arts T, Allesie MA, Reneman RS. Redistribution of myocardial fiber strain and blood flow by asynchronous activation. *Am J Physiol.* 1990;259(2):H300-H8.
4. 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(6):1735-42.
5. 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(23):2932-7.
6. Tops LF, Schalij MJ, Bax JJ. The effects of right ventricular apical pacing on ventricular function and dyssynchrony. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(9):764-76.
7. Zanon F, Barraca E, Aggio S, Pastore G, Cardano P, Marotta T et al. A feasible approach for direct His-bundle pacing using a new steerable catheter to facilitate precise lead placement. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2006;17(1):29-33.
8. Occhetta E, Bornik M, Magnani A, Francalacci G, Piccinino C, Plebani L, Marino P. Prevention of ventricular desynchronization by permanent para-hisian pacing after atrioventricular node ablation in chronic atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(10) 1938-1945.
9. Leong D, Mitchell A, Salna I, Brooks A, Sharma G, Lim HS et al. Long-term mechanical consequences of permanent right ventricular pacing: effect of pacing site. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2010;21(10): 1120-1126.
10. Rosso R, Medi C, Teh AW, Hung TT, Feldman A, Lee G et al. Right ventricular septal pacing: a comparative study of outflow tract and mid ventricular sites. *PACE.* 2010;33(10):1169-73.
11. Makoto S, Negishi K, Kaye G, Linker N, Gamage M, Marwick T. Effect of right ventricular pacing site on global left ventricular myocardial deformation: Role of dyssynchrony and regional function. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(12 S).