

Evaluación hemodinámica no invasiva a largo plazo de la terapia de resincronización cardíaca endocárdica izquierda

Long-term Non-invasive Hemodynamic Evaluation of Left Endocardial Cardiac Resynchronization Therapy

ELIANA AVERSA¹, LORENA M. DELGADO ELÍAS², JUAN C. JURADO GRISALES², NÉSTOR H. LÓPEZ CABANILLAS², BENJAMÍN D. ELENCAWAJG², LUCAS LETTIERI², NOEMÍ MAROTTA DE AGUILAR², RAÚL CHIRIFE¹

RESUMEN

Introducción: La terapia de resincronización cardíaca presenta una tasa de un 25%-30% de pacientes “no respondedores”. La resincronización endocárdica, en la que el catéter del ventrículo izquierdo se implanta en el endocardio, sería una alternativa para estos pacientes, aunque su evolución a largo plazo no ha sido investigada.

Objetivos: Evaluación hemodinámica no invasiva a largo plazo de la resincronización endocárdica en respondedores clínicos.

Métodos: Se incluyeron pacientes implantados según los criterios para resincronización, usando la técnica Jurdham, con más de 6 meses desde el implante. Todos eran respondedores clínicos.

La respuesta hemodinámica se evaluó con un analizador de la función cardíaca, que mide los intervalos sistólicos (períodos preeyectivo y eyectivo) del ventrículo izquierdo y calcula automáticamente un índice de función sistólica y estimar la fracción de eyección (Systocor mod ÍS100). Para determinar la eficacia mecánica de la TRCe se comparó la función cardíaca durante el modo biventricular con el bloqueo completo de la rama izquierda, espontáneo o por estimulación única del ventrículo derecho; los pacientes fueron sus propios controles. Se promediaron al menos 20 latidos en cada modo de estimulación y se consideraron solo los cambios >1% con valor $p < 0,01$ como clínicamente relevantes y estadísticamente significativos.

Resultados: Se incluyeron 17 pacientes, con mediana de seguimiento de 43 meses, rango 9 a 78 meses. La resincronización endocárdica, en comparación con la activación ventricular con BCRI, demostró que todos los pacientes acortaron el período preeyectivo en un promedio de 31 ms (15%), indicativo de disminución de la disincronía interventricular causada por el BCRI. En todos aumentó el índice de función sistólica en 0,3 (23%) y la FE en el 8,3%. En 12/17 (71%) aumentó el período eyectivo en promedio 8,7 msec (2,9%), lo que sugiere un aumento del volumen sistólico. En todos los cambios el valor de p fue menor de 0,01.

Conclusiones: La TRCe ofrece mejoría hemodinámica significativa a largo plazo, detectada por intervalos sistólicos.

Palabras claves: Terapia de resincronización cardíaca - Dispositivos de terapia de resincronización cardíaca - Insuficiencia cardíaca/tratamiento

ABSTRACT

Background: Cardiac resynchronization therapy has 25% to 30% rate of “non-responder” patients. Endocardial cardiac resynchronization therapy (eCRT), in which the left ventricular catheter is implanted in the endocardium, would be an alternative for these patients; however, its long-term outcome has not been investigated.

Objectives: The aim of this study was the long-term non-invasive hemodynamic evaluation of eCRT in clinical responders.

Methods: Patients implanted according to the criteria for resynchronization, using the Jurdham technique, with more than 6 months after the implant, were included in the study. All were clinical responders. The hemodynamic response was evaluated with a cardiac function analyzer, which measures the left ventricular systolic intervals (preejection and ejection periods) and automatically calculates an index of systolic function and estimates the ejection fraction (Systocor mod ÍS100). To assess the mechanical efficacy of eCRT, the cardiac function during biventricular mode was compared with left bundle branch block (LBBB), either spontaneous or by single stimulation of the right ventricle, with patients as their own controls. At least 20 beats were averaged in each stimulation mode and only changes >1% with $p < 0.01$ were considered as clinically relevant and statistically significant.

Results: Seventeen patients were included, with a median follow-up of 43 months, (9 to 78 months). Endocardial resynchronization, compared with LBBB ventricular activation, showed that all patients shortened the preejection period by an average of 31 ms (15%), indicative of decreased interventricular dyssynchrony caused by LBBB. In all patients, systolic function index increased by 0.3 (23%) and the EF by 8.3%. In 12/17 of cases (71%) the ejective period increased on average 8.7 ms (2.9%), suggesting an increase in systolic volume. In all changes p was <0.01.

Conclusions: Endocardial resynchronization therapy offers significant long-term hemodynamic improvement, detected by systolic intervals.

Key words: Cardiac resynchronization therapy - Cardiac resynchronization therapy devices - Heart failure/ treatment

REV ARGENT CARDIOL 2019;87:434-440. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i6.14991>

Recibido: 19/06/2019 - Aceptado: 19/08/2019

Dirección para separatas: Eliana Aversa. Eliana_aversa@yahoo.com. Av Cerviño 3356. Capital Federal

¹ Hospital General de Agudos Dr. Juan A. Fernández - Unidad de Electrofisiología Cardíaca. Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

² Hospital Interzonal General de Agudos Presidente Perón - Unidad de Electrofisiología Cardíaca. Avellaneda - Provincia de Buenos Aires - Argentina

Abreviaturas

AV:	Aurículo-ventricular	PPE:	Período preeyectivo
BRI:	Bloqueo de la rama izquierda	Pts:	Pacientes
CF:	Clase funcional	RIN:	Ratio internacional normalizado
FE:	Fracción de eyección	TRC:	Terapia de resincronización cardíaca
IFS:	Índice de función sistólica	TRCe:	Terapia de resincronización cardíaca endocárdica
MLHFQ:	Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire	VD:	Ventrículo derecho
NYHA:	New York Heart Association	VI:	Ventrículo izquierdo
PEVI:	Período eyectivo del ventrículo izquierdo	VV:	Ventrículo izquierdo - Ventrículo derecho

INTRODUCCIÓN

La terapia de resincronización cardíaca (TRC) está bien establecida y da excelentes resultados en pacientes (Pts) con insuficiencia cardíaca avanzada y disincronía ventricular, causada especialmente por el bloqueo completo de la rama izquierda del haz de His. Sin embargo, pese a los importantes avances tecnológicos y la vasta experiencia de los operadores, presenta una tasa de un 25%-30% de “no respondedores”. Las causas de estos fracasos están mayormente relacionadas con la imposibilidad de implantar el catéter ventricular izquierdo en una zona óptima, a través de venas tributarias del seno venoso coronario, ya sea por una anatomía venosa dificultosa, por la presencia de tejido fibroso en la zona de implante, un alto umbral de captura, estimulación del nervio frénico y mal anclaje del catéter que conduce a desplazamiento intraprocedimiento o posprocedimiento. En la TRC endocárdica (TRCe), mediante el procedimiento Jurdham, (1, 2) el catéter del VI se implanta directamente en el endocardio de dicha cavidad a través de una punción trans-septal auricular, con la que se evita la dependencia de la anatomía del sistema venoso coronario y permite elegir una zona ideal, con buen umbral y sin estimulación frénica, lo que constituye una valiosa opción, y es la última alternativa terapéutica de estos pacientes antes del trasplante cardíaco (Figura 1).

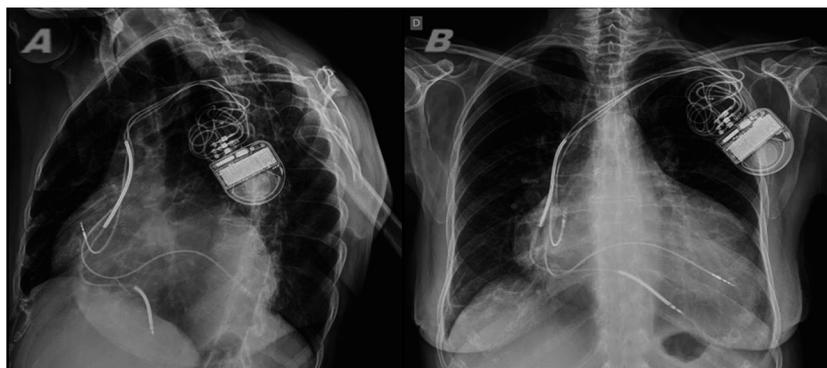
Valoración hemodinámica

Dado que la mejoría clínica basada en clase funcional y cuestionarios de calidad de vida son subjetivos y los

cambios electrocardiográficos no son definitivos, surge la necesidad de valorar hemodinámicamente la respuesta a la TRC. Esto permitiría distinguir verdaderos de falsos respondedores o no respondedores, aunque para ello es fundamental tener una medición de la función ventricular que sea objetiva, precisa e independiente del operador.

Los volúmenes cardíacos y la fracción de eyección (FE) por ecocardiografía son utilizados de forma rutinaria en numerosos centros y se ha convertido de hecho en el “patrón de oro” para dicha evaluación. La FE es un parámetro crítico, junto con la clase funcional y la presencia de bloqueo completo de la rama izquierda para determinar la indicación o no del implante de un resincronizador. El punto de corte óptimo de la FE se ha establecido en el 35%, lo que separa muy bien el grupo de pacientes que eventualmente responderán a la TRC de los que no. Sin embargo, esto no es así para el paciente individual, ya que la ecocardiografía presenta ciertos errores que limitan su uso cuando se necesita alta precisión y exactitud. Uno de los inconvenientes principales radica en la variabilidad de los resultados, con una precisión de 8 puntos porcentuales en la medición de la FE, según el consenso de la American Society of Echocardiography. (3) Un cambio igual o superior a dicho error se superpone con las variaciones habitualmente obtenidas como efecto de la TRC. Además, existen fluctuaciones periódicas de la FE relacionadas con el tono adrenérgico y los cambios de precarga debidos a la respiración, por lo que la valoración de la FE requiere la promediación de numerosos latidos. Por lo tanto, consideramos que otros métodos no invasivos

Fig. 1. Imágenes radiológicas de la terapia de resincronización cardíaca endocárdica con técnica Jurdham. A. Proyección oblicua anterior izquierda. B. proyección posteroanterior. Las flechas indican la ubicación del catéter del ventrículo izquierdo.



que cumplan requisitos de sensibilidad, especificidad, precisión y exactitud, al mismo tiempo que sean independientes del operador podrían cumplir la tarea de valorar hemodinámicamente con precisión el resultado de la TRCe en el paciente individual. Entre los métodos no invasivos tenidos en cuenta, surge la medición de intervalos sistólicos, que durante décadas se han validado repetidamente (4, 5) y que, actualmente, gracias a la tecnología digital, es posible hacer mediciones no invasivas precisas y automáticas, sin influencia del operador y promediando un número ilimitado de latidos. Los intervalos sistólicos incluyen el período preeyectivo (PPE), el período eyectivo ventricular izquierdo (PEVI) y el cociente entre ambos, PPE/PEVI conocido como índice de Weissler. El PPE está integrado, a su vez por la demora electromecánica (tiempo de activación) y la fase de contracción isovolumétrica del VI, fuertemente ligada a la contractilidad ventricular y la demora interventricular, como en el caso del bloqueo de la rama izquierda. (6) El PEVI por su parte es un marcador de la descarga sistólica y, por lo tanto, fuertemente modulado por la frecuencia cardíaca (FC) y la precarga. Un aumento del trabajo cardíaco como consecuencia de un aumento de la demanda metabólica causa un acortamiento del PPE y alargamiento del PEVI, lo que da como resultado una disminución del cociente PPE/PEVI. Este cociente demostró estar altamente correlacionado con la FE estimada por el cine-ventriculograma biplano con contraste, un método invasivo considerado un “patrón de oro”. En el trabajo original de Garrard Weissler y Dodge, (6) el cálculo de volúmenes se efectúa con el método de Dodge y cols. (7)

Sobre la base de lo antedicho, consideramos que los intervalos sistólicos cumplen los requisitos necesarios para la valoración hemodinámica de pacientes con TRCe, especialmente cuando se usan los pacientes como sus mismos controles, con distintos modos de estimulación.

OBJETIVO

Evaluación hemodinámica no invasiva a largo plazo de la TRCe, en la que se utilizan intervalos sistólicos, en pacientes respondedores clínicos.

MÉTODOS

Se incluyeron 15 pacientes con TRCe, cuya indicación se realizó según los criterios actuales de resincronización: clase funcional (CF) \geq II según la New York Heart Association (NYHA), (3) bloqueo de rama izquierda con QRS $>$ 130 ms, y FE del VI \leq 35%. Para el implante del catéter en el endocardio izquierdo se utilizó la técnica Jurdham (1, 2), que consiste en implantar el catéter de fijación activa en el endocardio del VI en la ubicación sugerida como ideal según el consenso mayoritario, que es la pared póstero-lateral, en sus porciones media o basal. El procedimiento es realizado por vía transeptal auricular a partir de un acceso venoso femoral.

Se consideraron respondedores clínicos a quienes mejoraron dentro de los 6 meses posimplante por lo menos 1 CF de la NYHA, presentaron mejoría de calidad de vida según la prueba de Minnesota (Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire, MLHFQ) (8-10) realizado preimplante y a los 6 meses de seguimiento y por tener sobrevida con ausencia de hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca durante el seguimiento.

La respuesta hemodinámica se evaluó de manera no invasiva con el sistema Systocor modelo iS100 (Exxer IE, Buenos Aires), un analizador de la función cardíaca que utiliza el registro de la curva pletismográfica de pulso tomada a través de un fotopletismógrafo en un dedo, el electrocardiograma de superficie utilizando la derivación D II o similar y el registro del segundo ruido cardíaco con el fonocardiograma. El *software* mide los intervalos sistólicos, que son el período preeyectivo (PPE) y el período eyectivo del VI (PEVI). A partir de estos, calcula automáticamente el índice de función sistólica (IFS), que corresponde a una modificación del índice de Weissler, consistente en la relación PEVIc/PPEc, donde el PEVIc es el PEVI corregido para una frecuencia cardíaca de 60 lpm y PPEc es el PPE corregido, que es el PPE al que se le resta el tiempo de transmisión del pulso periférico (Figura 2).

Usando una modificación de la ecuación de predicción de la FE previamente publicada por Garrard, Weissler y Dodge, (6) el dispositivo permite estimar la FE. Los detalles técnicos del procedimiento y del *software* utilizado en nuestra evaluación y la valida-

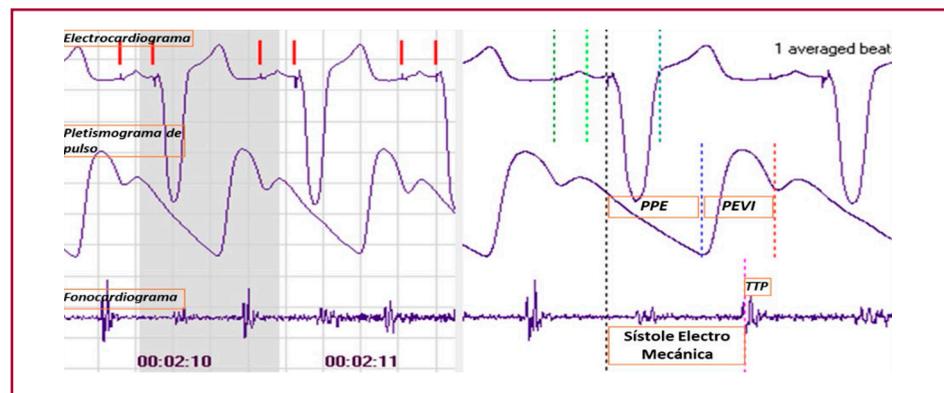


Fig. 2. Medición hemodinámica no invasiva de los intervalos sistólicos con Systocor. La sístole electromecánica comprende desde el estímulo ventricular hasta el componente aórtico rápido del segundo ruido. PPE: Período preeyectivo. PEVI: Período eyectivo del ventrículo izquierdo. TTP: Tiempo de transmisión del pulso periférico.

ción del método han sido publicados en otros trabajos (Figura 3). (11-14)

La valoración hemodinámica se basó en la comparación de los resultados de las mediciones realizadas con estimulación biventricular simultánea (V-V = 0 mseg) versus el BCRI, ya sea espontáneo o, en pacientes con trastornos de la conducción AV, por estimulación única del VD. Se midieron un mínimo de 20 latidos para cada modo de estimulación o sensado. Cada paciente fue comparado consigo mismo en diferentes modos de estimulación y las diferencias entre modos >1% con valor de $p < 0,01$ fueron consideradas clínicamente aceptables y estadísticamente significativas. El intervalo aurículo-ventricular (AV) fue ajustado para cada modo de estimulación de tal modo que la contracción ventricular no se sobrepusiera con el transporte auricular. (15) Por ejemplo, para estimulación del VD el intervalo AV debía acortarse, con la espiga del VD al fin de la onda P, para compensar la demora interventricular causada por el marcapaseo del VD. (16, 17) En la estimulación biventricular, al no haber demora interventricular, las espigas debían emitirse aproximadamente 50 mseg después del fin de la onda P, con el fin de no interrumpir el transporte auricular. Si la P era sensada, la programación AV debía tener en cuenta el tiempo de sensado de P. Solo se permitió la conducción anterógrada intrínseca si el intervalo PR estaba dentro del rango normal.

RESULTADOS

Se incluyeron 15 pacientes, 12 hombres y 3 mujeres, con edad media de 60 ± 9 años, la mediana de seguimiento fue de 43 meses, rango 9-78 meses. La etiología de la cardiopatía fue 40% idiopática, 47% isquémico necrótica y 13% chagásica. La indicación de TRCe fue en 4/15 (29%) por fracaso del implante con técnica convencional; en 9/15 (57%), por tener anticoagulación previa; y en 2/17(14%), por elección del paciente. La mediana de CF preimplante fue 3 y posimplante 1, el MLHFQ mejoró en el 100% de los pacientes con una diferencia promedio de 73 puntos entre el cuestionario realizado preimplante y en el seguimiento a 6 meses ($p < 0,01$). La supervivencia se mantuvo libre de hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca. Todos los pacientes se mantuvieron anticoagulados con dicumarínicos desde las 72 h posimplante, habiéndose mantenido un *ratio* internacional normalizado (RIN) entre 2 y 3. La FE ecocardiográfica promedio antes del implante fue $23\% \pm 5$ y posimplante $33\% \pm 8$ ($p < 0,001$). Los datos demográficos completos se detallan en la Tabla 1.

La TRCe biventricular comparada con la activación ventricular con BCRI, ya sea por ritmo propio del paciente o por la estimulación única del VD, demostró que todos los pacientes acortaron el PPE, con un promedio de acortamiento de $-31,5$ mseg (14,9%, $p < 0,001$), incrementaron el IFS, con un promedio de 0,34 (23%,

Fig. 3. Pantalla de Systocor con las mediciones hemodinámicas no invasivas. En la parte superior, se observa el electrocardiograma, la pletismografía de pulso y el fonocardiograma. En la parte inferior, se observan las curvas que registran los valores de período preeyectivo, período eyectivo, índice de función sistólica y frecuencia cardíaca correspondientes a todos los latidos registrados durante el estudio. Para el análisis, se seleccionaron 30 latidos con cada modo de estimulación; en esta imagen los seleccionados en color amarillo corresponden a estimulación única del ventrículo derecho y los seleccionados en color celeste a estimulación biventricular simultánea; en la ventana (superpuesta, abajo a la izquierda), el sistema muestra los cálculos realizados automáticamente y proporciona los promedios de los intervalos e índice sistólicos, y de fracción de eyección y la significancia estadística de los datos comparativos con valor de p .

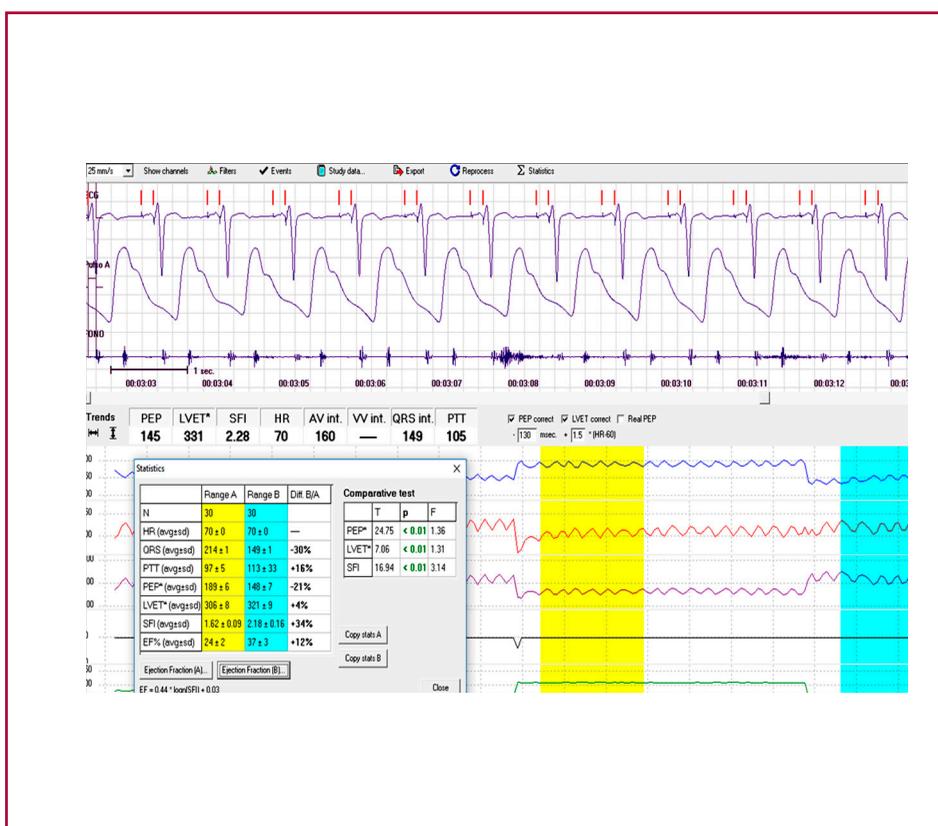


Tabla 1. Datos demográficos de pacientes evaluados. M: Masculino. F: Femenino. IDIOP: Idiopática. ISQ/NEC: Isquémico-necrótica. CHAG: Chagásica. RS: Ritmo sinusal. FA: Fibrilación auricular. BRI: Bloqueo de rama izquierda. ESP: Espontáneo. MP: Marcapasos. ACO: Anticoagulación. Imp SC: Implante por seno coronario. Pte.: Paciente. CF: Clase funcional. MLHFQ: *Minnesota living with heart failure questionnaire* - Prueba de calidad de vida. FEy: Fracción de eyección. HOSP IC: Hospitalización por insuficiencia cardíaca. Es de notar que los pacientes 1, 10, 11 y 12 tuvieron cambios de la FEy ecocardiográfica menores del 8%, el límite de precisión estipulado por la ASE (ver "Comentarios")

Pte.	Edad	Sexo	Etiología	Ritmo	BRI	Indicación TRCe	CF	MLHFQ	Basal			Seguimiento				
									FEy	DDVI	MES	CF	MLHFQ	FEy	DDVI	Hosp IC
1	58	M	IDIOP	RS	ESP	ACO	3	86	28	78	78	1	14	32	75	NO
2	74	F	IDIOP	RS	MP	ACO	2	83	32	62	67	1	15	57	50	NO
3	59	M	ISQ/NEC	RS/FA	ESP	ACO	2	88	15	84	59	1	13	24	88	NO
4	68	F	IDIOP	RS	ESP	ACO	4	85	21	68	55	2	17	29	97	NO
5	44	M	ISQ/NEC	RS	ESP	ACO	3	87	19	72	54	1	15	31	69	NO
6	49	M	IDIOP	RS/FA	ESP	ACO	3	90	23	64	52	1	16	31	73	NO
7	59	M	ISQ/NEC	RS	MP	IMP SC	3	92	20	70	51	1	15	30	82	NO
						Fallido										
8	60	M	CHAG	RS	MP	ACO	3	91	21	82	46	1	15	35	66	NO
9	59	M	ISQ/NEC	RS	ESP	IMP SC	3	85	22	65	45	1	13	37	62	NO
						Fallido										
10	77	M	ISQ/NEC	RS/FA	MP	ACO	3	87	30	59	43	1	16	25	63	NO
11	57	F	CHAG	RS	ESP	IMP SC	3	90	31	69	32	1	14	35	62	NO
						Fallido										
12	68	M	ISQ/NEC	RS	ESP	IMP SC	3	90	24	76	11	1	16	29	80	NO
						Fallido	3	90	24	76	11	1	16	29	80	NO
13	43	M	IDIOP	RS	ESP	Elección	3	91	22	73	26	1	13	35	64	NO
14	60	M	IDIOP	RS	ESP	Elección	3	92	19	71	15	1	12	40	75	NO
15	70	M	ISQ/NEC	RS	ESP	IMP SC	3	89	20	75	9	1	17	29	73	NO
						Fallido										

$p < 0,001$) y de la FE estimada a partir del IFS, con promedio 8,3% ($p < 0,001$). Once de 17 pacientes (65%) aumentaron el PEVI en más del 1%, con diferencia promedio de 8,7 mseg (2,9%, $p = 0,005$).

En todos aumentó el índice de función sistólica en 0,3 (23%) y la FE en el 8,3%. En 12/17 (71%), aumentó el período eyectivo en promedio 8,7 mseg (2,9%), lo que sugiere aumento del volumen sistólico. En todos los cambios el valor p fue $< 0,01$.

En la Tabla 2 se resumen las mediciones de los intervalos sistólicos, el IFS y la FE de los 15 pacientes.

DISCUSIÓN

En este estudio hemos demostrado que todos los pacientes con TRCe que manifestaron mejoría clínica también tuvieron mejoría hemodinámica objetiva, es decir, eran verdaderos respondedores. La terapia de resincronización cardíaca con el catéter ventricular izquierdo insertado a través del seno coronario es universalmente aceptada, pero solo recientemente se sugirió que la colocación del catéter izquierdo por vía retrógrada en el endocardio del ventrículo izquierdo facilitaría una ubicación más precisa del electrodo,

aunque conlleva el inconveniente de anticoagulación permanente. Sin embargo, aun en aquellos pacientes que no requieren anticoagulación por otros motivos, el riesgo de una complicación hemorrágica es bajo comparado con el riesgo de una reintervención por desplazamiento del catéter del seno coronario, estimulación del nervio frénico, suba del umbral o estimulación en una región no adecuada del VI. Como el implante del catéter izquierdo intracavitario se ha facilitado por nuevas tecnologías, como la utilizada en nuestros pacientes, (1, 2) queda por determinar con precisión la respuesta hemodinámica a largo plazo. Si bien en varios trabajos previos se utiliza la evolución clínica (18) (clase funcional, cuestionarios, hospitalizaciones), no existe un método universalmente aceptado para una evaluación objetiva, en especial en su comportamiento hemodinámico. Aunque la FE por ecocardiografía es frecuentemente utilizada como método de elección, (19, 20) adolece de limitaciones ya conocidas, especialmente en su exactitud, del 8%, (3) lo que significa que cambios reales en la FE menores del 8% podrían no ser detectados, ya que están dentro del margen de error. De hecho, en nuestro cohorte hubo 4 pacientes con FE ecocardiográfica con cambios inferiores al 8%,

Tabla 2. Datos estadísticos de los pacientes evaluados. BRI: Bloqueo de rama izquierda. EUVD: Estimulación única de ventrículo derecho. PPEc: Período preeyectivo corregido. PEVI: Período eyectivo de ventrículo izquierdo. IFS: Índice de función sistólico. FE: Fracción de eyección. Desv St: Desviación estándar. ms: milisegundos

	Activación con BRI: Espontáneo/EUVD				Estimulación Biventricular simultánea			
	PPEc (ms)	PEVI (ms)	IFS	Fey (%)	PPEc (ms)	IPEV (ms)	IFS	Fey (%)
1	201	342	1,7	26	185	347	1,88	31
2	147	335	2,28	41	99	359	3,63	61
3	245	307	1,25	16	208	313	1,5	24
4	246	340	1,38	17	220	307	1,4	26
5	243	291	1,2	11	217	295	1,36	16
6	221	257	1,16	13	207	266	1,29	17
7	196	305	1,56	22	185	331	1,79	29
8	213	328	1,54	22	189	330	1,75	27
9	222	308	1,39	17	167	324	1,94	32
10	170	301	1,77	30	133	306	2,3	42
11	228	277	1,21	14	209	297	1,42	21
12	182	294	1,62	26	153	291	1,91	34
13	234	342	1,46	22	198	348	1,75	30
14	202	313	1,55	24	155	308	1,99	35
15	223	252	1,13	12	187	264	1,41	21
Prom Desv st	212	306	1,49	21	181	312	1,82	30
	29	29	0,32	8	34	28	0,58	11

lo que no permitiría usarla como marcador de eficacia hemodinámica de la TRCe. Por este motivo, hemos decidido utilizar los intervalos sistólicos y los índices de ellos derivados para el análisis hemodinámico preciso y objetivo, al comparar la estimulación biventricular con el ritmo propio o la estimulación aislada del ventrículo derecho dentro del mismo paciente. De los marcadores utilizados, el PPE es probablemente el más fidedigno, ya que está relacionado con la fase de contracción isovolumétrica del VI, (21) y con la demora interventricular causada por el bloqueo de la rama izquierda, uno de los componentes responsables del deterioro funcional cardíaco y necesarios para prescribir un resincronizador. Su acortamiento indica, por lo tanto, una corrección de dicha demora interventricular. Como el analizador utilizado es no invasivo y permite registrar y promediar un número ilimitado de latidos, su precisión es muy alta, y como las mediciones son automáticas lo vuelven independiente del operador. Hay numerosas publicaciones que avalan los intervalos sistólicos como marcadores de la función cardíaca. (4-6, 11-13)

En este trabajo, hemos estudiado un grupo homogéneo de pacientes quienes habían presentado una excelente evolución clínica sostenida en el tiempo, pero con discrepancias ecocardiográficas, considerando el factor de error del 8% estipulado por la ASE. Si bien el conocimiento previo de la buena evolución de los pacientes podría imprimir un sesgo significativo al

estudio, consideramos que este se minimizaba ya que las mediciones y cálculos de los diversos parámetros hemodinámicos fueron realizados en forma automática por el sistema y los pacientes eran sus propios controles al cambiar el modo de estimulación.

Nuestra hipótesis fue que los intervalos e índices sistólicos deberían detectar un aumento significativo por efecto de la TRCe en comparación con la activación ventricular con BCRI espontáneo o inducido por estimulación única del VD. Cabe recalcar que no en todos los pacientes fue posible comparar la estimulación biventricular endocárdica con el ritmo propio, ya que para poner de manifiesto el QRS propio, era necesario en algunos pacientes extender el intervalo AV a valores no fisiológicos. De esto surge naturalmente el concepto que la TRC no solo corrige la disincronía interventricular, sino también la disincronía AV.

El estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, el reducido número de pacientes, lo que no permite hacer una valoración estadística adecuada de lo que habría de esperarse en la población general. En segundo lugar, solo pudimos confirmar que en nuestra cohorte todos los pacientes eran verdaderos positivos, sin falsos positivos. Faltaría evaluar la proporción de verdaderos negativos y falsos negativos. El estudio se realizó en una población acotada de pacientes, con TRCe realizada mediante una técnica específica, con buena evolución clínica en todos los pacientes, sin no

respondedores y llevada a cabo en un solo centro. Para superar estas limitaciones el estudio debería repetirse en poblaciones más numerosas.

En conclusión, el presente trabajo confirmó que la TRCe proporciona una mejoría hemodinámica significativa a los pacientes con mejoría clínica subjetiva a largo plazo. Esto fue respaldado por la utilización de intervalos sistólicos y los índices calculados a partir de estos, que permiten una evaluación hemodinámica no invasiva. El acortamiento del PPE confirmó la existencia de resincronización electromecánica y el incremento del IFS y de la FE, que permitieron inferir una mejoría de la función cardíaca global de los pacientes.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

(Véase formulario de conflicto de intereses de la autora en la web / Material suplementario).

BIBLIOGRAFÍA

- Elenewajg B, López Cabanillas N, Cardinali E, Trainini J. Resincronización ventricular: nueva técnica y dispositivo para el implante endocavitario de un catéter en el ventrículo izquierdo. *Rev Argent Cardiol* 2010; 78:143-6.
- Elenewajg B, López Cabanillas N, Luis Cardinali E, Barisani J L, Trainini J, Fischer A, et al. The Jurdham procedure: Endocardial left ventricular lead insertion via a femoral transeptal sheath for cardiac resynchronization therapy pectoral device implantation. *Heart Rhythm* 2012; 9:1798-804. <http://doi.org/bqqd>
- Porter TR, Shillcutt SK, Adams MS, Desjardins G, Glas KE, Olson JJ, et al. Guidelines for the Use of Echocardiography as a Monitor for Therapeutic Intervention in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:40-56. <http://doi.org/gdwpfg>
- Weissler A, Harris W, Schoenfeld C. Systolic time intervals in heart failure in man *Circulation* 1968;37:149-59. <http://doi.org/df6z>
- Reant P, Dijos M, Donal E, Mignot A, Ritter P, Bordachar P, et al. Systolic time intervals as simple echocardiographic parameters of left ventricular systolic performance: correlation with ejection fraction and longitudinal two-dimensional strain. *Eur J Echocardiogr* 2010;11:834-44. <http://doi.org/dp89bb>
- Garrard CL, Weissler AM, Dodge HT. The Relationship of Alterations in Systolic Time Intervals to Ejection Fraction in Patients with Cardiac Disease. *Circulation* 1970;42:455-62. <http://doi.org/df64>
- Dodge HT, Sandler H, Ballew DW, Lord JD Jr. The use of biplane angiocardiology for the measurement of left ventricular volume in man. *Am Heart J* 1960;60:762-76. <http://doi.org/bwbcqz>
- Rector TS, Francis GS, Cohn JN. Patients' self-assessment of their congestive heart failure. Part 1 Patient perceived dysfunction and its poor correlation with maximal exercise tests. *Heart Fail* 1987; 1:192-6
- Rector TS, Kubo SH, Cohn JN. Patients' self-assessment of their congestive heart failure. Part 2: Content, reliability and validity of a new measure, the Minnesota Living with Heart Failure questionnaire. *Heart Fail* 1987;1:198-209.
- Rector TS. A conceptual model of the quality of life in relation to heart failure. *J Card Fail* 2005; 11:173-6. <http://doi.org/d3c4jf>
- Weissler A, Harris W, Schoenfeld C. Systolic time intervals in heart failure in man. *Circulation* 1968; 37:149-59. <http://doi.org/df6z>
- Chirife R, Ruiz A, Gayet E, Mazzetti H, Pellegrini A, Tentori C. The Systolic Index: A Noninvasive Approach for the Assessment of Cardiac Function: Implications for Patients with DDD and CRT Devices. *Pacing Clin Electrophysiol* 2013;36:1284-93. <http://doi.org/df6w>
- Chirife R, Spodick DH. Densitography: A new method for evaluation of cardiac performance at rest and during exercise. *Am Heart J* 1972; 83:493-503. <http://doi.org/bfsnzb>
- Chirife R, Foerster JM, Bing OHL. Left ventricular ejection time by densitometry in patients at rest and during exercise, atrial pacing and atrial fibrillation. Comparison with central aortic pressure measurements. *Circulation* 1974;50:1200-4. <http://doi.org/df63>
- Aversa E, Chirife R, Szttylic E, Mazzetti H, Mascheroni O, Tentori MC. What we program is not what we get: Importance of measuring the P-wave sensing offset in DDD pacemakers. *Europace* 2011;13(suppl_3):NP, June
- Chirife R, Ruiz GA: Cardiac malfunction detected by systolic time intervals during right ventricular pacing. *Heart Rhythm* 2016;13:S261.
- Chirife R, Ortega D, Barja L. Pacing-Induced Inter-ventricular conduction time. Expected values and its effect on left heart atrio-ventricular interval. *Pacing Clin Electrophysiol* 1993;16:1150 (Abstr).
- Tracy CM, Epstein AE, Darbar D, DiMarco JP, Dunbar SB, Estes NAM 3rd, et al. 2012 ACCF/AHA/HRS focused update of the 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2012; 126:1784-800. <http://doi.org/df6v>
- Stockburger M, Fateh-Moghadam S, Nitardy A, Celebi O, Krebs A, Habedank D, et al. Baseline Doppler parameters are useful predictors of chronic left ventricular reduction in size by cardiac resynchronization therapy. *Europace* 2008;10:69-74. <http://doi.org/fgsgxh>
- Chung E, Leon AR, Tavazzi L, Sun JP, Nihoyannopoulos P, Merlino J, et al. Results of the predictors of response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation* 2008;117:2608-16. <http://doi.org/bjmw6d>
- Mancini GB, Costello D, Bhargava V, Lew W, LeWinter M, Karliner JS. The isovolumic index: a new non-invasive approach to the assessment of left ventricular function in man. *Am J Cardiol* 1982;50:1401-8. <http://doi.org/bt3x7t>