

Técnica de la doble guía para el implante del electrodo venoso ventricular izquierdo en pacientes con anatomía venosa coronaria desfavorable

Elena Arbelo, Alfonso Medina, José Bolaños, Antonio García-Quintana, Eduardo Caballero, Antonio Delgado, Francisco Melián, Celestina Amador y Javier Suárez de Lezo

Servicio de Cardiología. Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. Las Palmas de Gran Canaria. España.

Introducción y objetivos. El implante de un electrodo ventricular izquierdo a través del seno coronario plantea, en ocasiones, cierta dificultad debido a obstáculos anatómicos que limitan el acceso a la vena diana. El objetivo es analizar la experiencia del Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín con la técnica de la doble guía en el implante de un electrodo venoso ventricular izquierdo.

Métodos. De 170 pacientes consecutivos (67 ± 9 años, 72% varones) a los que se implantó un dispositivo de resincronización se recurrió, en 20 de ellos (12%), al uso de una segunda guía hidrofílica en paralelo para el implante del electrodo en la vena diana, dada la imposibilidad de implantar sin esta técnica.

Resultados. Las causas de imposibilidad de implante con la técnica convencional fueron: tortuosidad extrema del vaso en su desembocadura (5 pacientes, 25%), ángulo marcado en la desembocadura de la vena diana (7 pacientes, 35%), presencia de una válvula venosa en dicha localización (8 pacientes, 40%) y, finalmente, escaso soporte del catéter guía (4 pacientes, 20%), bien por válvula de Tebesio fenestrada (2 pacientes) o por válvula de Vieussens restrictiva (2 pacientes) que no permitía el avance del catéter guía y/o del electrodo. En 4 casos (20%) hubo más de un factor. En todos los casos, tras avanzar una segunda guía hidrofílica se pudo realizar el implante en la vena diana sin complicaciones.

Conclusiones. El uso de una segunda guía en paralelo (técnica de la doble guía) es un procedimiento seguro y eficaz para el implante del electrodo ventricular izquierdo en pacientes con anatomía desfavorable.

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 97-100

Palabras clave: Insuficiencia cardíaca. Estimulación eléctrica. Marcapasos. Terapia de resincronización cardíaca. Estimulación biventricular. Venas.

Correspondencia: Dra. E. Arbelo Lainez.
C/ta. General del Centro, 239.
35017 Las Palmas de Gran Canaria. España.
Correo electrónico: elenaarbelo@secardiologia.es

Recibido el 28 de agosto de 2006.
Aceptado para su publicación el 2 de noviembre de 2006.

Double-Wire Technique for Implanting a Left Ventricular Venous Lead in Patients With Complicated Coronary Venous Anatomy

Introduction and objectives. Occasionally, implanting a left ventricular pacing electrode for cardiac resynchronization therapy via the coronary sinus may be complicated by the presence of anatomical structures that obstruct the access to the target vein. Our objective was to report on experience using a double-wire technique for implanting left ventricular venous leads gained at the Dr Negrín Hospital in Gran Canaria, Spain.

Methods. In 20 (12%) of 170 consecutive patients (67 [9] years, 72% male) undergoing implantation of a cardiac resynchronization device, a second parallel hydrophilic guidewire had to be used during lead implantation in the target vein as implantation was impossible without using this technique.

Results. Implantation using a conventional approach was impossible because there was severe tortuosity at the vessel entrance in five patients (25%), a sharp angle at the entrance to the target vein in seven (35%), a venous valve at the vessel entrance in eight (40%), and, finally, poor support for the guiding catheter in four (20%), due to the presence of either a fenestrated Thebesian valve (two patients) or a restrictive Vieussens valve (two patients) that blocked passage of the guiding catheter or electrode. In four patients (20%), there was more than one factor. In all these cases, implantation was achieved in the target vein without complications after passage of a second hydrophilic guidewire.

Conclusions. The use of a second parallel guidewire (i.e., the double-wire technique) provides a safe and effective way of implanting left ventricular venous pacing electrodes in patients with anatomical complications.

Key words: Heart failure. Electrical stimulation. Pacemakers. Cardiac resynchronization therapy. Biventricular pacing. Vein.

Full English text available from: www.revespcardiol.org

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca se ha convertido, en los últimos años, en uno de los problemas más importantes

ABREVIATURAS

SC: seno coronario.

VI: ventrículo izquierdo.

de salud pública en los países desarrollados, tanto por el aumento progresivo de su incidencia como por las grandes repercusiones de tipo personal, social y económico que supondrá en un futuro cercano^{1,2}. En la actualidad afecta a más de 22 millones de personas en todo el mundo³ y constituye la tercera causa de muerte por enfermedad cardiovascular, además de ser una importante causa de morbilidad y carga hospitalaria⁴.

En este contexto, la estimulación biventricular se presenta como un tratamiento alternativo para los pacientes con insuficiencia cardíaca y sus beneficios se han demostrado en ensayos prospectivos aleatorizados⁵⁻¹¹. Los estudios realizados ponen de manifiesto beneficios en términos de clase funcional, calidad de vida y distancia recorrida en el test de los 6 min⁵⁻⁷ y, más recientemente, se ha demostrado la disminución de la mortalidad global¹¹ y la morbilidad y la mortalidad por insuficiencia cardíaca¹².

Los beneficios de la resincronización cardíaca dependen, sin embargo, no sólo de una cuidadosa selección de los pacientes, sino también de la posición final de los electrodos, particularmente del causante de la estimulación del ventrículo izquierdo (VI). Diversos estudios experimentales¹³ y en humanos¹⁴⁻¹⁶ demuestran una estrecha relación entre el lugar de estimulación y la magnitud de la respuesta de la función ventricular a la terapia de resincronización cardíaca. De este modo, los datos disponibles hasta el momento indican que la localización ideal es la región lateral o posterolateral, ya que es ésta la que presenta el mayor retraso contráctil en presencia de bloqueo de rama izquierda¹⁷.

Hoy en día, el implante de un sistema de resincronización cardíaca se puede realizar por vía intravenosa sin dificultades mayores en el 90% de los casos gracias a los avances tecnológicos de los últimos tiempos y a la mayor experiencia de los operadores en la colocación del electrodo ventricular izquierdo^{3,18-22}. Con todo, puede suceder que el implantador se encuentre con dificultades durante el procedimiento en el 10-20% de los casos. Las consecuencias de ello pueden ser serias, puesto que la colocación del electrodo del ventrículo izquierdo en una posición inadecuada es la causa de fracasos de la terapia de resincronización cardíaca. La única alternativa disponible al implante intravenoso es el implante mediante toracotomía, si bien actualmente ésta es una opción no deseable.

Hay diferentes obstáculos que pueden dificultar el proceso de implante del electrodo coronario epicárdico. Las causas principales de fracaso en el implante del electrodo venoso coronario incluyen la imposibili-

dad de avanzar el catéter guía en el seno coronario (SC), una anatomía venosa desfavorable, la presencia de estimulación frénica y/o inestabilidad del electrodo en la posición seleccionada y, excepcionalmente, la incapacidad de canular el ostium del seno coronario²³⁻²⁵.

En este trabajo analizamos nuestra experiencia con el uso de la técnica de la doble guía durante el implante de electrodos coaxiales en pacientes con anatomía desfavorable tras haber verificado la imposibilidad de implante con la técnica convencional.

MÉTODOS

En el período comprendido entre mayo de 2002 y octubre de 2006 se han tratado, en nuestro centro, 170 pacientes (edad $66,7 \pm 9,1$ años, 72% varones, clase funcional de la New York Heart Association [NYHA] $2,98 \pm 0,56$, fracción de eyección $29,2 \pm 11,3\%$, complejo QRS $156,3 \pm 26,8$ ms) con dispositivos de resincronización cardíaca. En 20 de esos pacientes (11,8%) se recurrió al uso de una segunda guía hidrofílica en paralelo para el implante del electrodo en la vena diana, dada la imposibilidad de implante del electrodo con la técnica convencional. En la tabla 1 se resumen las características clínicas de los pacientes.

Técnica de implante

En todos los casos se accedió al SC con un catéter guía de curva amplia (CS-Wide, Guidant Corp., St. Paul, MN, Estados Unidos), un catéter telescópico y una guía hidrofílica (Whisper o PT-Graphic). El uso de una válvula hemostática permitía la manipulación de las guías y la inyección de contraste. En primer lugar, se avanzó el catéter guía en el seno coronario y, tras ser retirado el catéter telescópico, se progresó un catéter balón sobre una guía coronaria y se practicó una senovenografía oclusiva utilizando 4 ml de contraste a 3 ml/s de flujo en proyecciones anteroposterior y oblicua anterior izquierda 20°. Después de la retirada del catéter balón, se accedió con la guía coronaria a la vena diana y se intentó progresar un electrodo coaxial (Easy Track 2, Guidant Corp., St. Paul, MN, Estados Unidos) sobre una guía coronaria. Se consideró que había fracaso de la técnica de implante convencional en los casos en que, una vez posicionada la guía en la vena seleccionada, no fue posible avanzar el electrodo a ella, documentándose el retroceso del catéter guía de forma repetida. Una vez comprobada la imposibilidad de avance del electrodo, se indagó mediante angiografía selectiva la naturaleza del obstáculo y, posteriormente, se recurrió a la inserción en la vena diana de una segunda guía hidrofílica, recubierta con polímero (Whisper o PT-Graphic), reintentando el avance del electrodo (fig. 1). Durante esta maniobra, un segundo operador controlaba la segunda guía con el objeto de evitar su progresión indeseada, mientras que el primer

TABLA 1. Características clínicas de los pacientes tratados con terapia de resincronización cardiaca y utilización del doble guía (n = 20)

Edad (años)	70,9 ± 7,2
Sexo (varón)	12 (60%)
Clase funcional (NYHA)	2,95 ± 0,7
II	3 (15%)
III	13 (65%)
IV	4 (20%)
Etiología (%)	
Miocardiopatía dilatada idiopática	10 (50%)
Cardiopatía isquémica	6 (30%)
Valvular	2 (10%)
Otros	2 (10%)
Ritmo (%)	
Sinusal	18 (90%)
Fibrilación auricular	2 (10%)
Electrocardiograma	
Duración QRS (ms)	155,6 ± 34,3
Duración PR (ms)	198 ± 28,1
BRIHH (%)	16 (80%)
FE por angiografía (%)	26,6 ± 7,2
Ecocardiograma	
DTDVI (mm)	67,5 ± 13,7
DTSVI (mm)	62,8 ± 15
VTDVI (ml)	259,2 ± 97,7
VTSVI (ml)	203,9 ± 87,2
FE según fórmula de Simpson (%)	25,1 ± 6,2
Medicación (%)	
IECA/ARA-II	18 (90%)
Bloqueadores beta	17 (85%)
Espironolactona	15 (75%)
Diuréticos del asa	19 (95%)
Digoxina	2 (10%)

ARA-II: antagonista de los receptores de la angiotensina II; DTDVI: diámetro telediastólico de ventrículo izquierdo; DTSVI: diámetro telesistólico de ventrículo izquierdo; FE: fracción de eyección; IECA: inhibidor de la enzima de conversión de la angiotensina; VTDVI: volumen telediastólico de ventrículo izquierdo; VTSVI: volumen telesistólico de ventrículo izquierdo.

operador realizaba el implante de la forma habitual. Tras implantar el electrodo, la segunda guía fue retirada

sin dificultad y se procedió a la retirada del catéter guía, tras sustituir la guía que ocupaba la luz del electrodo por una guía de finalización.

RESULTADOS

El electrodo se implantó en una vena lateral del ventrículo izquierdo en 18 casos (90%), en un ramo secundario ascendente, con trayecto en la pared libre del ventrículo izquierdo, de una vena con desembocadura próxima al ostium del SC en uno (5%) y en una vena anterolateral (tributaria de la interventricular anterior) en uno (5%). El diámetro medio de la vena diana fue de $4,4 \pm 1,3$ mm.

La presencia de una válvula de Tebesio restrictiva y fenestrada fue, en 2 pacientes, la causa de la falta de soporte del catéter guía durante el implante. En uno de los casos no se pudo avanzar el catéter guía más allá del ostium del SC por la presencia de una válvula de Tebesio de gran tamaño y restrictiva, que cubría el 95% del orificio. En el otro caso, la guía pasó a través de una fenestración de la válvula de Tebesio que, debido a su pequeño diámetro, no permitía el acceso del catéter guía. En ambos casos, con la ayuda de una segunda guía hidrofílica en paralelo, se pudo implantar el electrodo sin un soporte adecuado del catéter guía.

Otro factor anatómico que limitó el avance del catéter guía en el interior del sistema venoso coronario fue la presencia de una válvula de Vieussens prominente (2 pacientes). En estos casos, aunque la guía coronaria superó con cierta dificultad la válvula de Vieussens, ésta no permitió la progresión del catéter guía y/o electrodo. La introducción de una segunda guía en paralelo posibilitó la apertura de dicha válvula y proporcionó el soporte adecuado para el implante del electrodo en la vena diana. La figura 2 ilustra dos ejemplos de falta de soporte del catéter guía en relación con la presencia de una válvula de Vieussens restrictiva y una válvula de Tebesio fenestrada, en los que la segunda guía fue decisiva para implantar con éxito el electrodo.

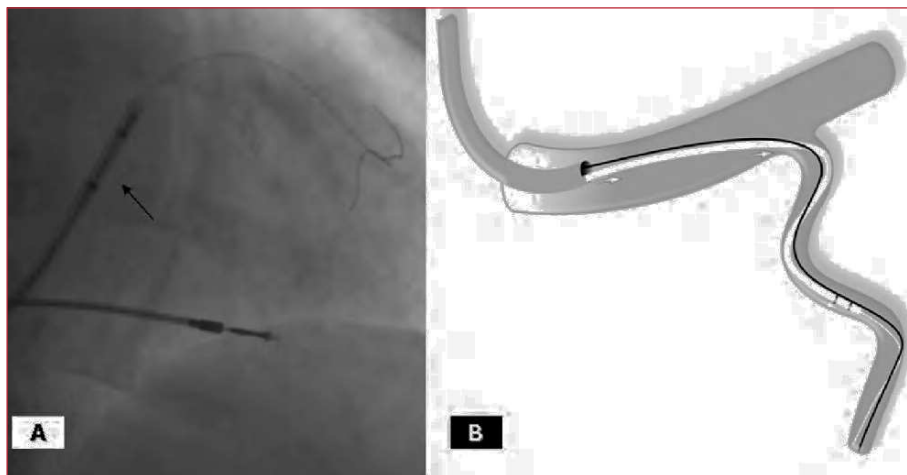


Fig. 1. A: muestra el catéter guía próximo a la desembocadura de la vena y 2 guías hidrofílicas, una en el interior de la luz del electrodo (flecha) y otra en paralelo. B: diagrama ilustrando el catéter guía con 2 guías exteriorizadas y el electrodo en la vena diana.

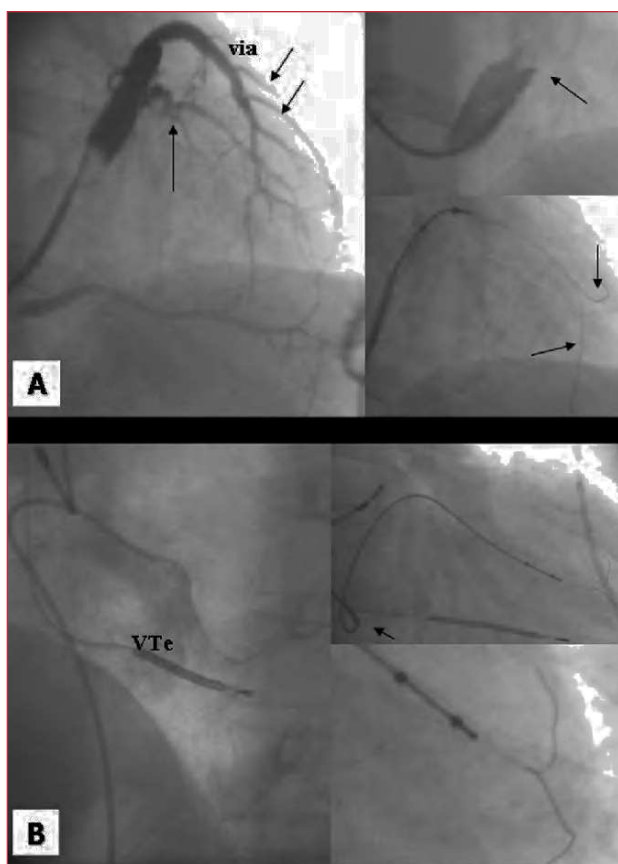


Fig. 2. A. Senovenografía oclusiva que muestra una vena diana lateral (flecha) y la vena interventricular anterior con múltiples venas anterolaterales (flechas). El recuadro superior derecho muestra una imagen ampliada de la válvula de Vieussens muy restrictiva que impedía el avance del catéter guía. En el recuadro inferior se muestran las 2 guías (flechas) que posibilitaron el avance del electrodo. B. Angiografía no selectiva que muestra una válvula de Tebesio muy prominente que impidió el avance de la punta del catéter guía. Con una segunda guía, el electrodo pudo ser implantado en la vena diana, previamente identificada mediante senovenografía de retorno.
via: vena interventricular anterior; VTc: válvula de Tebesio.

En todos los casos, la vena diana presentó características diversas que dificultaban el implante del electrodo. En 5 pacientes se observó una tortuosidad importante en la desembocadura que se rectificó con el uso de la técnica de la doble guía. En 7 casos, la presencia de un ángulo superior a 90° en la desembocadura de la vena hizo necesaria la utilización de la segunda guía hidrofílica para rectificar la agudeza de éste. Por último, ante la imposibilidad de avanzar un electrodo en una vena diana aparentemente idónea, se intuyó la existencia de una estructura valvular en la desembocadura de la vena (8 pacientes). Esta suposición fue confirmada por la ausencia de muesca al inflar un balón en dicha zona. El avance de la segunda guía, manteniendo la previa, nos permitió desplazar la válvula y facilitar el implante del electrodo. En la figura 3 se exponen ejemplos de obstáculos relacionados con la

vena diana en los que se empleó la técnica de la doble guía (tortuosidad extrema de la vena diana en la región próxima a su desembocadura, ángulo pronunciado de la vena diana próximo a la desembocadura y presencia de una válvula venosa restrictiva en la desembocadura de una vena diana de gran tamaño).

En la tabla 2 se resumen las causas que hicieron necesaria la utilización de una guía hidrofílica en paralelo para facilitar el implante del electrodo.

El implante del electrodo en la vena diana fue posible tras avanzar una segunda guía hidrofílica en los 20 pacientes, obteniéndose una amplitud del electrograma local de $15,4 \pm 7,9$ mV, un umbral de estimulación de $1,8 \pm 1,2$ V y una impedancia de $1.089 \pm 215,9$ Ohms. En 3 casos se documentó estimulación frénica con energías superiores a 8 V, sin que fuera preciso recolocar el electrodo, ya que el umbral de estimulación de éste fue < 2 V. En 2 pacientes se produjo un pequeño tatuaje tras la inyección de contraste que se resolvió espontáneamente en pocos minutos y sin impedir el implante. No hubo otras complicaciones durante el procedimiento y, tras un seguimiento de 21 meses (rango, 6-37 meses), el electrodo ha permanecido estable en todos los casos.

DISCUSIÓN

De acuerdo con la evidencia actual, la estimulación en la región lateral del ventrículo izquierdo es la que produce mayor beneficio en la terapia de resincronización cardiaca¹³⁻¹⁶. Sin embargo, hay diferentes obstáculos en esta región que dificultan la progresión de un electrodo a una vena diana de diámetro y trayecto adecuados. La identificación de estos obstáculos, en ocasiones múltiples, se realiza por medio de la angiografía y, a veces, especialmente en el caso de la válvula de Vieussens, se intuyen por la imposibilidad de progresar el sistema. En estas situaciones, la segunda guía puede ser utilizada tras constatar la imposibilidad de avanzar el electrodo con la técnica convencional²⁶.

La válvula de Tebesio y su tamaño en relación con el diámetro del ostium del SC es la primera dificultad de acceso al sistema venoso coronario, así como la presencia de fenestraciones en ella²⁵. La

TABLA 2. Razones de utilización de la técnica de la doble guía (n = 20)

Soporte inadecuado del catéter guía	4 (20%)
Válvula de Vieussens restrictiva	2 (10%)
Válvula de Tebesio fenestrada	2 (10%)
Relacionadas con la vena diana	20 (100%)
Tortuosidad en desembocadura de la vena	5 (25%)
Ángulo en desembocadura de la vena	7 (35%)
Válvula venosa en desembocadura de la vena	8 (40%)
Más de una causa	4 (20%)



Fig. 3. A. Senovenografía oclusiva que muestra una vena diana con tortuosidad múltiple en la que el uso de doble guía (flechas) posibilitó el avance del electrodo. B. Tortuosidad pronunciada de la vena diana donde el implante del electrodo fue posible con doble guía (flechas). C. Ángulo muy pronunciado en la desembocadura que pudo ser solucionado con la doble guía. D. Se intuye la existencia de una válvula venosa (flecha) en la desembocadura de una vena de gran calibre que, tras ser desplazada por una segunda guía (flechas), permitió el avance del electrodo.

presencia de dilatación auricular derecha en conjunción con la dilatación del ventrículo izquierdo añade un cierto grado de dificultad, al desplazar el ostium del seno coronario. La válvula de Vieussens, con frecuencia asociada a la presencia de la vena oblicua de Marshall en dicha localización, representa otro impedimento para el avance del sistema, al tener que ser superada «contracorriente»²⁴. La tortuosidad extrema de la vena, una angulación marcada próxima a la desembocadura y/o una válvula venosa prominente en la desembocadura de la vena diana –en ocasiones imposibles de visualizar por angiografía– son otros obstáculos anatómicos que limitan la progresión del catéter guía y, por tanto, el soporte necesario para la progresión del electrodo²⁶.

La técnica de la doble guía es una maniobra que ha sido utilizada en el árbol arterial coronario con otras finalidades, tales como la estabilización del balón en el tratamiento de reestenosis intra-*stent*²⁷, así como para el avance de un *stent* coronario premontado en caso de anatomía desfavorable y la protección de ramos secundarios en el tratamiento de bifurcaciones. Asimismo, también ha sido utilizada para facilitar la navegación

en otros territorios vasculares, como es el caso del sistema nervioso central²⁸. No obstante, en el sistema venoso coronario, su uso ha sido únicamente descrito en un paciente con un ángulo marcado en la desembocadura de la vena diana²⁹.

Gracias a diversos avances en la tecnología utilizada durante el implante del electrodo venoso (mejoría en el diseño de los electrodos, guías y catéteres guía) y a la mayor experiencia del médico implantador, es posible alcanzar una tasa de éxito en el implante superior al 90% en la actualidad^{3,18-22}, aunque en al menos un 20% de los casos el implante es laborioso y requiere el uso de técnicas adicionales.

En 169 de 170 pacientes de nuestra serie (99,4%) ha sido posible el implante del electrodo del ventrículo izquierdo con éxito y en ocasiones ha sido necesario aplicar técnicas especiales (técnica de la doble guía, progresión extrema de la guía, uso del catéter balón, etc.)³⁰. En un paciente (0,6%), debido a hipoplasia extrema del ostium del seno coronario, no fue posible el acceso al sistema venoso coronario.

La pretensión de este artículo es describir una técnica simple, reproducible y segura que permite superar

diversos aspectos anatómicos desfavorables durante el implante del electrodo venoso ventricular izquierdo. En nuestra experiencia hemos utilizado exclusivamente guías hidrofílicas, recubiertas de polímero, ya que constituyen una plataforma deslizante que facilita el avance del electrodo. En ningún caso hemos observado deterioro del electrodo en relación con la fricción con la segunda guía. Técnicamente, los catéteres guía de 8 Fr permiten el paso de un electrodo y la guía, dejando suficiente luz residual para controlar el procedimiento con inyecciones selectivas de contraste, en caso de precisarlos. Asimismo, durante el implante, la segunda guía debe ser controlada por otro operador para evitar una migración excesiva durante el avance del electrodo.

Es posible que, en el futuro, la aparición de nuevas guías en el mercado permita el avance del electrodo hasta la posición deseada, sin recurrir a maniobras especiales, en un mayor número de casos. Sin embargo, la técnica de la doble guía representa una herramienta más a disposición del médico en el implante de dispositivos de resincronización cardiaca, ya que facilita el acceso a la vena diana en caso de anatomías desfavorables.

CONCLUSIONES

El uso de una segunda guía hidrofílica en paralelo (técnica de la doble guía) es un procedimiento seguro, reproducible y eficaz para el implante del electrodo venoso ventricular izquierdo en pacientes con algún rasgo anatómico desfavorable en la vena diana y/o seno coronario que dificulta el implante.

BIBLIOGRAFÍA

- Crespo Leiro MG, Paniagua Martín MJ. [Management of advanced or refractory heart failure.] *Rev Esp Cardiol.* 2004;57:869-83.
- Massie BM, Shah NB. The heart failure epidemic: magnitude of the problem and potential mitigating approaches. *Curr Opin Cardiol.* 1996;11:221-6.
- Gras D, Leon A, Fisher WG. The Road to Successful CRT Implantation. A step-by-step approach. Westborough: Blackwell Futura; 2004.
- Boix Martínez R, Almazán Isla J, Medrano Albero MJ. Mortalidad por insuficiencia cardiaca en España, 1977-1998. *Rev Esp Cardiol.* 2002;55:219-26.
- Linde C, Braunschweig F, Gadler F, Bailleul C, Daubert J-C. Long-term improvements in quality of life by biventricular pacing in patients with chronic heart failure: results from the MULTISITE STimulation In Cardiomyopathy Study (MUSTIC). *J Am Coll Cardiol.* 2003;91:1090-5.
- Cazeau S, Leclercq C, Lavergne T, Walker S, Varma C, Linde C, et al. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N Engl J Med.* 2001;344:873-80.
- Abraham WT, Fisher WG, Smith AL, Delurgio DB, Leon AR, Loh E, et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med.* 2002;346:1845-53.
- Young JB, Abraham WT, Smith AL, Leon AR, Lieberman R, Wilkoff B, et al. Combined cardiac resynchronization and implantable cardioversion defibrillation in advanced chronic heart failure: the MIRACLE ICD Trial. *JAMA.* 2003;289:2685-94.
- Auricchio A, Stellbrink C, Sack S, Block M, Vogt J, Bakker P, et al. Long-term clinical effect of hemodynamically optimized cardiac resynchronization therapy in patients with heart failure and ventricular conduction delay. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39:2026-33.
- Bristow MR, Saxon LA, Boehmer J, Krueger S, Kass DA, De Marco T, et al. Cardiac-resynchronization therapy with or without an implantable defibrillator in advanced chronic heart failure. *N Engl J Med.* 2004;350:2140-50.
- Cleland JGF, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med.* 2005;352:1539-49.
- Bradley DJ, Bradley EA, Baughman KL, Berger RD, Calkins H, Goodman SN, et al. Cardiac resynchronization and death from progressive heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA.* 2003;289:730-40.
- Burkhardt D, Oikawa RY, Sagawa K. Influence of pacing site on canine left ventricular contraction. *Am J Physiol.* 1986;251:H428-35.
- Auricchio A, Klein H, Tockman B, Sack S, Stellbrink C, Neuzner J, et al. Transvenous biventricular pacing for heart failure: can the obstacles be overcome? *Am J Cardiol.* 1999;83:136D-42D.
- Pappone C, Rosanio S, Oreto G, Tocchi M, Gulletta S, Salvati A, et al. Cardiac pacing in heart failure patients with left bundle branch block: impact of pacing site for optimizing left ventricular resynchronization. *Ital Heart J.* 2000;1:464-9.
- Rossillo A, Verma A, Saad EB, Corrado A, Gasparini G, Marrouche NF, et al. Impact of coronary sinus lead position on biventricular pacing. Mortality and echocardiographic evaluation during long-term follow-up. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2004;15:1120-5.
- Aranda JM Jr, Schofield RS, Leach D, Conti JB, Hill JA, Curtis AB. Ventricular dyssynchrony in dilated cardiomyopathy: the role of biventricular pacing in the treatment of congestive heart failure. *Clin Cardiol.* 2002;25:357-62.
- Leon AR. Practical issues in cardiac resynchronization therapy device implantation. *Rev Cardiovasc Med.* 2003;4:142-9.
- Kautzner J, Riedlbauchova L, Cihak R, Bytesnik J, Vancura V. Technical aspects of implantation of LV lead for cardiac resynchronization therapy in chronic heart failure. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2004;27:783-90.
- Purerfellner H, Nesser HJ, Winter S, Schwierz T, Hornell H, Maertens S. Transvenous left ventricular lead implantation with the EASYTRAK lead system: the European experience. *Am J Cardiol.* 2000;86:157K-64K.
- Alonso C, Leclercq C, d'Allonnes FR, Pavin D, Victor F, Mabo P, et al. Six year experience of transvenous left ventricular lead implantation for permanent biventricular pacing in patients with advanced heart failure: technical aspects. *Heart.* 2001;86:405-10.
- Leon AR, Abraham WT, Curtis AB, Daubert JP, Fisher WG, Gurley J, et al. Safety of Transvenous Cardiac Resynchronization System Implantation in Patients With Chronic Heart Failure: Combined Results of Over 2,000 Patients From a Multicenter Study Program. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:2348-56.
- Worley SJ, Leon A, Wilkoff B. Anatomy and Implantation Techniques for Biventricular Devices. En: Ellenbogen KA, Kay GN, Wilkoff B, editors. *Device Therapy for Congestive Heart Failure.* Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Inc.; 2004. p. 118-231.
- Arbelo Lainez E, Medina Fernández-Aceytuno A, García Quintana A, Caballero Dorta E, Melián Nuez F, Delgado A, et al. Prevalencia de válvulas de Vieussens y válvulas venosas restrictivas en la desembocadura de la vena coronaria diana: observaciones anatómicas y angiográficas. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58 Supl 1:11.

25. Arbelo Lainez E, Medina Fernández-Aceytuno A, Bolaños J, García Quintana A, Caballero Dorta E, Suárez de Lezo Herrerros de Tejada J, et al. La válvula de Tebesio como determinante de la dificultad de acceso al seno coronario: observaciones anatómicas y angiográficas. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57 Supl 2:145.
26. Medina Fernández-Aceytuno A, Arbelo Lainez E. Atlas de implante del electrodo venoso epicárdico. 1.ª ed. Las Palmas de Gran Canaria: Idate Estudio; 2005.
27. Medina A, Hernández E, Suárez de Lezo J, Huertas R, Romero M, Pan M, et al. The importance of balloon stability and fractional flow reserve for the optimal management of in-stent restenosis. *Circulation*. 2001;17:3507.
28. Lee TH, Choi CH, Park K-P, Sung SM, Lee SW, Lee B-H, et al. Techniques for Intracranial Stent Navigation in Patients with Tortuous Vessels. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26:1375-80.
29. Chierchia GB, Geelen P, Rivero-Ayerza M, Brugada P. Double wire technique to catheterize sharply angulated coronary sinus branches in cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2005;28:168-70.
30. Arbelo Lainez E, Caballero Dorta E, García Quintana A, Delgado A, Ortega Trujillo JR, Amador Gil C, et al. Resincronización cardíaca: necesidad de estrategias individualizadas para lograr una tasa de éxito elevada en el implante del electrodo en una vena coronaria. *Rev Esp Cardiol*. 2006;59 Supl 2:50.