

# Utilidad de los electrogramas almacenados de marcapasos definitivos para la evaluación de arritmias y decisión de conductas terapéuticas

GRACIELA M. M. PELLEGRINO<sup>†</sup>, DANIEL F. ORTEGA<sup>MTSAC</sup>, LUIS D. BARJA<sup>MTSAC</sup>, GASTÓN ALBINA<sup>MTSAC</sup>, RUBÉN LAIÑO<sup>MTSAC</sup>, ALBERTO GINIGER<sup>MTSAC</sup>

Recibido: 08/05/2006  
Aceptado: 14/08/2006

**Dirección para separatas:**  
Graciela M. M. Pellegrino  
Grecia 3394 - PB 29  
Buenos Aires  
e-mail: gpellegrino@fibertel.com.ar

## RESUMEN

### Introducción y objetivo

Con el advenimiento de la nueva generación de marcapasos definitivos con capacidad de almacenamiento de eventos (MPCA) ha surgido una nueva herramienta diagnóstica en el seguimiento de los pacientes. El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer las alteraciones del ritmo en pacientes portadores de MPCA.

### Material y métodos

En 53 pacientes consecutivos, desde junio de 2002 a enero de 2004, la recolección de electrogramas (EGM) se activó en el momento del implante del marcapasos y se determinó así la necesidad de alguna intervención terapéutica. El período de seguimiento fue de  $8 \pm 6$  meses; 39 de los marcapasos correspondían a modo DDD y 14 a VDD, todos ellos con recolección de electrogramas activada. Se excluyeron los registros que evidenciaron mal funcionamiento del generador y también aquellos con diagnóstico dudoso por falta del comienzo de la arritmia (*onset*).

### Resultados

De los trazados analizados, se detectaron 20 arritmias auriculares sostenidas (fibrilación auricular, 11; taquicardia o aleteo auricular, 9), 3 taquicardias ventriculares sostenidas, 3 TV no sostenidas y 2 taquicardias mediadas por marcapasos. En todas las arritmias encontradas se decidió una intervención terapéutica única o combinada: en 4 se realizó ablación por radiofrecuencia, en 22 se indicó tratamiento farmacológico y en 37, la arritmia requirió la reprogramación del marcapasos.

### Conclusión

El análisis de los electrogramas almacenados es una herramienta muy útil para evidenciar eventos arrítmicos y decidir conductas terapéuticas.

REV ARGENT CARDIOL 2006;74:372-376.

**Palabras clave** > Marcapasos artificial - Electrofisiología - Arritmia

### Abreviaturas

CDI	Cardiodesfibrilador implantable	PRAPV	Alargamiento del período refractario auricular posevento ventricular
EGM	Electrograma	TA	Taquicardia auricular
FA	Fibrilación auricular	TM	Taquicardia mediada por marcapasos
MP	Marcapasos	TVNS	Taquicardia ventricular no sostenida
MPCA	Marcapasos definitivo con capacidad de almacenamiento de eventos	TVS	Taquicardia ventricular sostenida

## INTRODUCCIÓN

La incorporación del canal auricular y el almacenamiento de los electrogramas intracavitarios en los cardiodesfibriladores implantables (CDI) han permitido la evaluación más precisa de las arritmias cardíacas. (1-3) El desarrollo creciente en la tecnología de

los marcapasos los ha transformado no sólo en una herramienta terapéutica antibradicardia, sino también diagnóstica, de gran utilidad en el cuidado y el seguimiento de los pacientes. (4)

En un principio, la información obtenida desde la memoria de los generadores consistía en el informe cuantitativo de los eventos sensados y marcapaseados

durante un período determinado y en el almacenamiento de eventos sobre la base de múltiples criterios, que incluyen cambios en la longitud del ciclo auricular, o ventricular, y la pérdida de sincronía AV. Estos datos representados en tablas e histogramas de frecuencias (Figura 1) sólo permitían inferir el diagnóstico, pero sin confirmar el sensado apropiado de la actividad cardíaca espontánea o de miopotenciales y/o de señales externas o de campos eléctricos lejanos.

Actualmente, la capacidad de detección de arritmias y su registro mediante el almacenamiento automático (o accionado por el paciente en caso de síntomas) de los electrogramas intracavitarios auricular y ventricular (A y V) ofrece la posibilidad de validar o no los síntomas del paciente, así como conocer realmente si el evento almacenado fue verdaderamente arritmico o por otras causas (sobresensado, subsensado o programación inadecuada). (5-8)

El objetivo de este trabajo fue evaluar las alteraciones del ritmo en pacientes portadores de marcapasos definitivos con capacidad de almacenamiento de eventos (MPCA) y determinar así la necesidad de alguna intervención terapéutica.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Desde junio de 2002 a enero de 2004 se evaluaron prospectivamente 53 pacientes consecutivos, a los cuales se les activó la recolección de electrogramas (EGM) en el momento del implante. Treinta y nueve pacientes con marcapasos DDD (9 Medtronic Kappa DR, 20 Guidant Discovery II, 10 Insignia I Plus) y 14 pacientes con VDD (Guidant Virtus).

Los electrogramas auriculares y ventriculares se almacenaron simultáneamente con una duración programada de 7 segundos. Como frecuencias cardíacas de corte para el almacenamiento se programaron: para taquicardia auricular

170 latidos por minuto (lpm) y para taquicardia ventricular, 180 lpm.

Los criterios de almacenamiento tenidos en cuenta fueron los definidos por las especificaciones técnicas de cada marcapasos en particular:

- Taquicardia ventricular no sostenida, definida como la detección de tres latidos ventriculares prematuros consecutivos. El algoritmo de almacenamiento considera prematuro un latido ventricular cuando un complejo ventricular no es precedido por onda P fuera del período refractario posventricular.
  - Taquicardia ventricular sostenida, detectada con frecuencias ventriculares mayores de 180 lpm con un mínimo de 3 latidos y deja de almacenar con 2 latidos consecutivos por debajo de dicha frecuencia.
  - Taquicardia mediada por marcapasos, interpretada como 16 ciclos ventriculares a frecuencia máxima, con un intervalo VA que no varíe en  $\pm 32$  mseg.
  - Fibrilación auricular, definida como electrogramas auriculares de alta frecuencia y absolutamente irregulares.
  - Taquicardia auricular: igual criterio, pero regular.
- El seguimiento se efectuó cada 3 meses por un período de  $8 \pm 6$  meses.

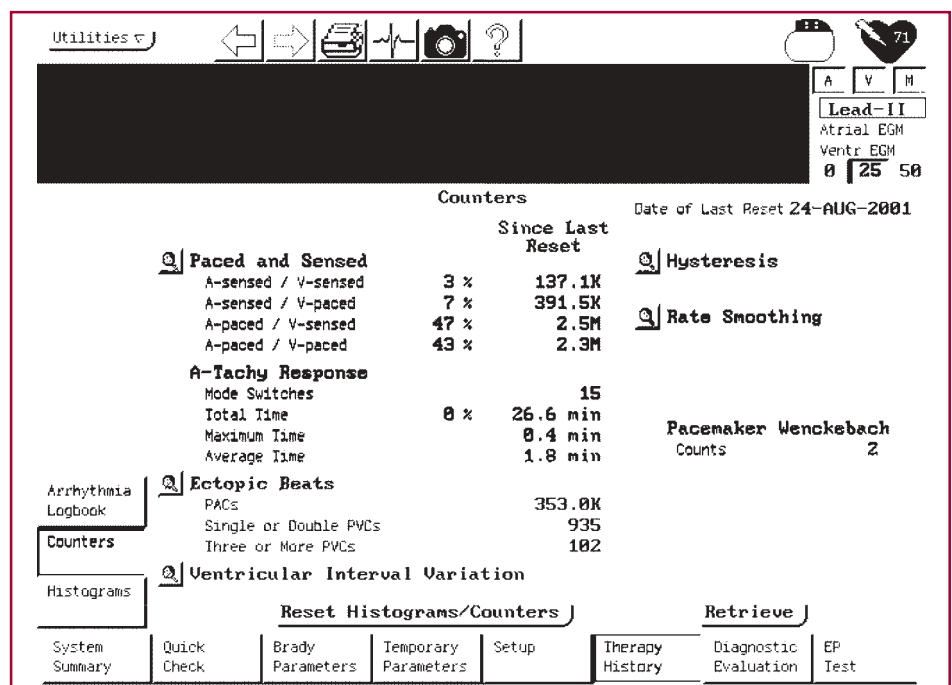
Para la evaluación se contabilizó un solo evento por paciente cuando el fenómeno se repetía y se excluyeron los registros que evidenciaron mal funcionamiento del generador (fallas atribuibles al catéter), así como aquellos con diagnóstico dudoso por tratarse de marcapasos sin disponibilidad de fábrica del *onset* (detector de comienzo de la arritmia, representado en el electrograma almacenado como una línea vertical) (Figura 2).

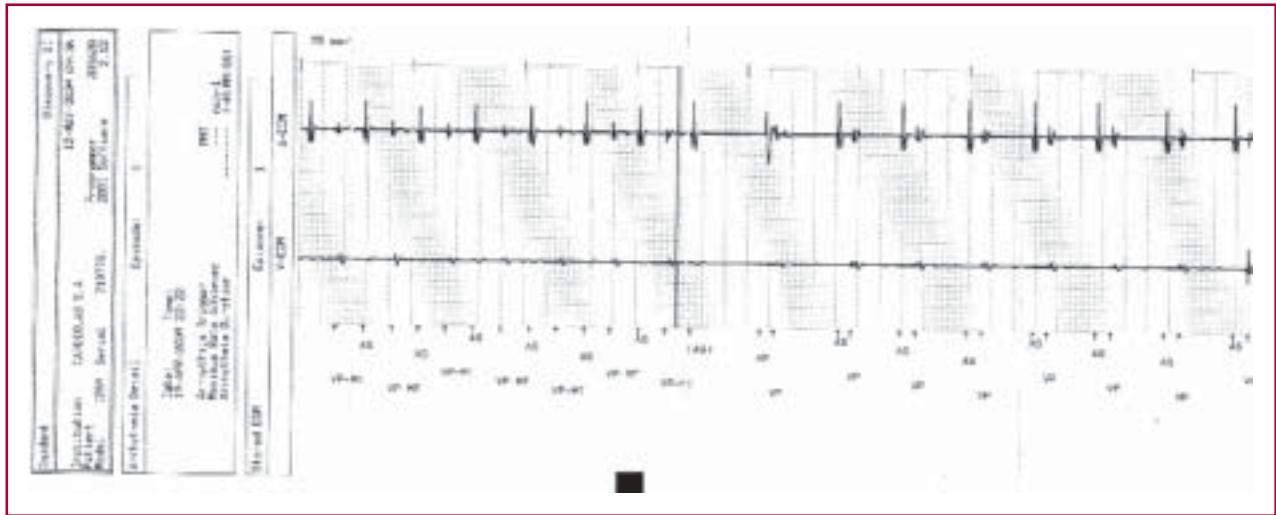
Los registros fueron evaluados por dos observadores y los datos divergentes, por un tercero ajeno a los antecedentes del paciente.

**RESULTADOS**

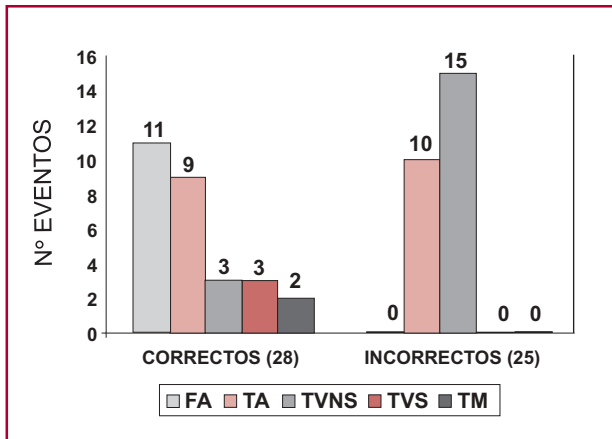
En la Figura 3 se muestran los eventos arritmicos observados (diagnóstico correcto) en 28 de los 53 pa-

**Fig. 1.** Registro obtenido mediante telemetría de un marcapasos DDD. Contadores de eventos, donde se observan: porcentaje de latidos sensados y marcapaseados auriculares y ventriculares, análisis cuantitativo de cambios de modo (*mode switch*) y de eventos arritmicos auriculares y ventriculares.





**Fig. 2.** Registro obtenido de un marcapasos DDD. Electrograma almacenado como taquicardia mediada por marcapasos (TM). *Registro superior:* electrograma auricular; *registro medio:* electrograma ventricular; *registro inferior:* canal marcador. En el registro se observa una línea vertical que representa el comienzo de la arritmia (*onset*). Previo al comienzo de ésta se observa marcapaseo a la frecuencia máxima de seguimiento (léase en canal marcador VP-MT), luego del cual ocurre un alargamiento del período refractario auricular posevento ventricular (PRAPV), lo que provoca que la onda P retrógrada caiga durante éste y provoque el corte de la arritmia. El PRAPV es el tiempo en el que el canal auricular está refractario para impedir una inhibición o gatillado auricular debido a la detección de actividad ventricular de campo lejano.



**Fig. 3.** Tabla de resultados. Se observa el análisis cuantitativo de diagnósticos correctos e incorrectos y de los eventos arrítmicos. FA: Fibrilación auricular. TA: Taquicardia auricular. TVS: Taquicardia ventricular sostenida. TVNS: Taquicardia ventricular no sostenida. TM: Taquicardia mediada por marcapasos.

cientos (53%); la mayoría fueron supraventriculares: 11 episodios de fibrilación auricular (FA), 9 de taquicardia auricular (TA), 3 taquicardias ventriculares no sostenidas (TVNS), 3 taquicardias ventriculares sostenidas (TVS) y 2 taquicardias mediadas por marcapasos (TM).

En los 25 restantes (47%), los eventos almacenados fueron no arrítmicos (diagnóstico incorrecto-falsos positivos). Las causas más frecuentes fueron: a) latidos ventriculares consecutivos sin onda P prece-

dente, por subsensado de onda P, lo que motivó el almacenamiento como taquicardia ventricular no sostenida y b) el sensado desde el canal auricular de señales de campos lejanos (ventrículos) e interpretado como taquicardias auriculares (doble conteo).

Se halló un alto número de diagnósticos incorrectos (11 pacientes) en el grupo de MP VDD con respecto al grupo DDD (14 pacientes) (Figura 4).

De acuerdo con los hallazgos encontrados, se realizaron diversas intervenciones terapéuticas: ablación por radiofrecuencia en 4 pacientes, administración de tratamiento antiarrítmico en 22, reprogramación del marcapasos en 37 e implante de un cardiodesfibrilador automático en uno.

**DISCUSIÓN**

La función diagnóstica de los marcapasos (MP) depende de la capacidad de los generadores para la detección correcta y la clasificación de los complejos auriculares y/o ventriculares (sin sobresensado o subsensado) y también de la programación adecuada de dichos parámetros.

Es imprescindible el conocimiento minucioso de los algoritmos de detección y almacenamiento existentes de los diferentes marcapasos, como también el reconocimiento de artefactos relacionados con ellos, ya que son múltiples las variables que pueden afectar el sensado.

El análisis de los registros almacenados debe realizarse, si es factible, en forma conjunta con el electrocardiograma de superficie y los electrogramas en tiempo real, lo cual permite la comparación morfológica y facilita el diagnóstico.

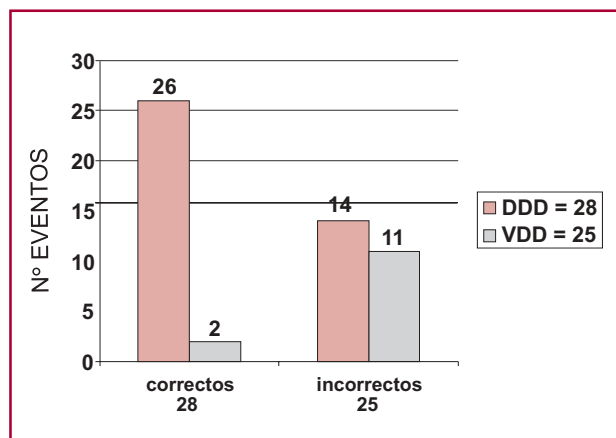


Fig. 4. Diagnósticos correctos e incorrectos y su correlación con el modo de marcapaseo DDD *versus* VDD.

Hasta 1996, la información obtenida desde la memoria de los generadores se basaba exclusivamente en el análisis cuantitativo de los eventos sensados y/o estimulados durante un período determinado y del almacenamiento de eventos apoyados en diferentes criterios. Éstos incluían cambios en la longitud del ciclo auricular o ventricular y el mantenimiento de la sincronía auriculoventricular (AV). (9) En estos marcapasos, los datos se representan en tablas e histogramas de frecuencias, así como el número de cambios de modo ocurridos, lo cual sólo permite inferir el diagnóstico pero sin confirmar realmente si se trata del sensado apropiado de la actividad intrínseca cardíaca o de señales externas, miopotenciales, campos lejanos o fallas de sensado.

Con el advenimiento de la capacidad de almacenamiento de electrogramas es posible llegar a un diagnóstico correcto al permitir la discriminación entre arritmias verdaderas, artefactos y eventualmente mal funcionamiento del marcapasos (falsos positivos). (10-12) En el grupo analizado se observaron:

1. Falsos positivos ventriculares: la mayoría (80%) de los episodios almacenados erróneamente como TVNS se debieron a subsensado de onda P, en general por variación de su amplitud (arritmias supraventriculares), motivo por el cual el algoritmo de almacenamiento del MP interpreta los complejos ventriculares sin onda P precedente como ectópicos ventriculares, cumpliendo con el criterio de almacenamiento para TVNS.
2. Falsos positivos auriculares: muchos de los episodios almacenados (30%) como TA y/o FA se debían a sobresensado de fuerzas finales del complejo QRS por el canal auricular, independientemente de la sensibilidad programada, ya que a igual sensibilidad el episodio podía no estar presente.

En este estudio no consideramos la polaridad programada, aunque coincidimos con la bibliografía existente en la observación de mayor incidencia de falsos

positivos con la programación de sensado del electrodo en modo unipolar. En esta modalidad de sensado, el polo negativo (cátodo) se halla dentro de la cavidad cardíaca, mientras que el polo positivo (ánodo) se encuentra fuera del corazón (carcaza del generador), lo cual genera un área de sensado mayor por "efecto antena" y aumenta el riesgo de sobresensado.

El alto número de diagnósticos incorrectos en el grupo de MP VDD (11 pacientes) con respecto al grupo DDD (14 pacientes) (Figura 4) se debió al subsensado de onda P, que hace que el MP interprete señales ventriculares sin onda P precedente como arritmias ventriculares no sostenidas, o al sobresensado desde el canal auricular de señales de campo lejano (ventrículo), interpretado por el marcapasos como taquicardias auriculares. Esto podría explicarse, por un lado, por la ubicación del bipolo auricular (flotante) que da por resultado el subsensado y, por otro, por la alta sensibilidad auricular habitualmente programada en estos dispositivos en busca de mantener una sincronía AV adecuada y permanente (13-15) (sensado de señales de campo lejano).

Estos hallazgos confirman la importancia de los electrogramas almacenados en el seguimiento de los pacientes portadores de MP para detectar o clarificar eventos arrítmicos, como también para verificar anomalías en el funcionamiento y/o la programación de los algoritmos diagnósticos, permitiendo la reprogramación y/o el tratamiento adecuado o ajustado a cada paciente. El caso más notable se presentó en uno de los pacientes, al que se debió extraerle el marcapasos e implantarle un cardiodesfibrilador automático.

### Limitaciones del trabajo

Una limitación de este trabajo fue la exclusión de la muestra de un número importante de pacientes debido a la falta de detección del "comienzo de la arritmia" (*onset*), lo cual hubiera permitido hacer no sólo el diagnóstico correcto, sino también valorar su forma de comienzo de utilidad para su tratamiento, función que facilitaría la detección de un número mayor de eventos.

### CONCLUSIÓN

El análisis de los electrogramas almacenados de pacientes portadores de marcapasos definitivos permitió evidenciar eventos arrítmicos en el 53%, en los que la fibrilación auricular fue la arritmia de mayor prevalencia (39,8%). La posibilidad de almacenar el evento arrítmico con su comienzo y el registro simultáneo obtenido de los canales marcadores en ambas cámaras –al igual que la mayor capacidad de memoria en los sistemas más modernos– permiten un diagnóstico más seguro en estos marcapasos; sin embargo, esto debería acompañarse de una programación apropiada y del uso, si fuera posible, de una bipolaridad del sensado. El reconocimiento adecuado de las arritmias permite algún tipo de intervención terapéutica.

## SUMMARY

## Usefulness of Stored Electrograms in Patients with Permanent Pacemakers for the Assessment of Arrhythmias and Therapeutic Decision Making

## Background and Objective

With the advent of the new generation of permanent pacemakers with event storage capabilities (PMSC), a new diagnostic tool is available for patient follow-up. The present study was conducted with the objective of assessing rhythm disturbances in patients with PMSC.

## Material and Methods

In 53 consecutive patients, followed from June 2002 until January 2004, the collection of electrograms (EG) was activated at the time of pacemaker implant and thus the need for therapeutic intervention was assessed. Follow-up period was  $8 \pm 6$  months; 39 pacemakers were DDD mode and 14 were VDD, in all of them electrogram collection was activated. Recordings showing generator malfunction were excluded as well as those with a questionable diagnosis due to lack of onset of the arrhythmia.

## Results

In the tracings analyzed, 20 atrial sustained arrhythmias were detected (atrial fibrillation, 11; atrial tachycardia or flutter, 9), 3 sustained ventricular tachycardias (VT), 3 non-sustained VT's and 2 pacemaker-mediated tachycardias. In all the arrhythmias found, a single or combined therapeutic intervention was decided: radiofrequency ablation in 4, pharmacological treatment in 22, and in 37 the arrhythmia required pacemaker reprogramming.

## Conclusion

The analysis of stored electrograms is a very useful tool to assess the occurrence of arrhythmic events and decide therapeutic conducts.

**Key words >** Artificial pacemaker · Electrophysiology · Arrhythmia

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ortega DF, Barja L, Pellegrino GM, Albina G, Laiño R, Giniger A. ¿Son necesarios los marcapasos DDD en los cardiodesfibriladores implantables? *Rev Argent Cardiol* 1997;65:183 (abstract P83).
2. Pellegrino GM, Albina G, Freire F, Barja L, Ortega D, Laiño R y col. Utilidad del canal auricular en la discriminación de arritmias en

cardiodesfibriladores implantables doble cámara (AV). *Rev Argent Cardiol* 2001;69:26 (abstract 37).

3. Ortega D, Pellegrino GM, Barja L, Albina G, Laiño R, Giniger G y col. Atlas de electrogramas almacenados en pacientes portadores de cardiodesfibriladores automáticos implantables. En: Daniel Ortega, editor; 2003.
4. Ortega D, Albina G, Barja L, Giniger A, Laiño R, Pellegrino GM y col. Atlas de registros en pacientes portadores de marcapasos definitivos. En: Daniel Ortega, editor; 2005.
5. Defaye P, Leclercq JF, Guilleman D, Scanu P, Hazard JR, Fatemi M, et al. Contributions of high resolution electrograms memorized by DDDR pacemakers in the interpretation of arrhythmic events. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003;26:214-20.
6. Nowak B. Pacemaker stored electrograms: teaching us what is really going on in our patients. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002; 25:838-49.
7. Israel CW, Barold SS. Pacemaker systems as implantable cardiac rhythm monitors. *Am J Cardiol* 2001;88:442-5.
8. Pollak WM, Simmons JD, Interian A Jr, Castellanos A, Myerburg RJ, Mitrani RD. Pacemaker diagnostics: a critical appraisal of current technology. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003;26:76-98.
9. Waktare JE, Malik M. Holter, loop recorder, and event counter capabilities of implanted devices. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20:2658-69.
10. Defaye P, Dournaux F, Mouton E. Prevalence of supraventricular arrhythmias from the automated analysis of data stored in the DDD pacemakers of 617 patients: the AIDA study. The AIDA Multicenter Study Group. Automatic Interpretation for Diagnosis Assistance. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998;21:250-5.
11. Israel CW, Neubauer H, Olbrich HG, Hartung W, Treusch S, Hohnloser SH; BEATS Study Investigators. Incidence of atrial tachyarrhythmias in pacemaker patients: results from the Balanced Evaluation of Atrial Tachyarrhythmias in Stimulated patients (BEATS) study. *Pacing Clin Electrophysiol* 2006;29:582-8.
12. Nowak B, Middeldorf T, Housworth CM, Bruls A, Liebrich A, Rosocha S, et al. Holter recordings with continuous marker annotations: a new tool in pacemaker diagnostics. *Pacing Clin Electrophysiol* 1996;19:1791-5.
13. Nowak B, Kramm B, Schwaier H, Maimaitiming A, Geil S, Zellerhoff C, et al. Is atrial sensing of ventricular far-field signals important in single-lead VDD pacing? *Pacing Clin Electrophysiol* 1998;21:2236-9.
14. Israel CW, Bockenforde JB. Pacemaker event counters: possible sources of error in calculation of AV synchrony in VDD single lead systems as an example for present limitations. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998;21:489-93.
15. Freire F, López Cabanillas N, Pellegrino GMM, Albina G, Barja L, Laiño R y col. Características del sensado auricular crónico en pacientes portadores de marcapasos VDD. *Rev Argent Cardiol* 2001;69:25-35.