

# CÓMO INTERPRETAR ELECTROCARDIOGRAMAS DE PACIENTES CON MARCAPASOS CARDIACOS

---

DR. OSWALDO GUTIÉRREZ SOTELO

---

Cardiólogo, electrofisiólogo. Servicio de cardiología, Hospital Dr. Rafael A. Calderón Guardia, Caja Costarricense de Seguro Social; Hospital Clínica Bíblica, San José, Costa Rica. Profesor de medicina. Universidad de Costa Rica. Universidad de Ciencias Médicas. Miembro del Comité Editorial de la Revista Costarricense de Cardiología, de la Revista Latinoamericana de Marcapasos y Arritmias (RELAMPA) y de la Revista Iberoamericana de Arritmología (RIA)

616.12

G983c Gutiérrez Sotelo, Oswaldo José

Cómo interpretar electrocardiogramas de pacientes con marcapasos cardíacos / Oswaldo José Gutiérrez Sotelo. – 1ª. ed. – San José, C.R. : O.J.Gutiérrez S., 2012.

174 p. ; 29.21 x 21.59 cm.

ISBN 978-9968-47-561-7

1. Corazón – Enfermedades –diagnóstico. 2. Enfermedades Cardíacas. 3. Marcapasos artificial.

*Dedicado:*

*A mi familia peruana y costarricense*

*A mis maestros y colegas*

*A todos los estudiantes motivados y perseverantes de medicina y cardiología*



*Mi sincero agradecimiento a mis amigos y colegas electrofisiólogos  
Mauricio Rondón, Carlos Perona, Adrian Baranchuk y José Luis Merino  
por sus valiosos comentarios y sugerencias*

## Abreviaturas

AA:	intervalo entre una contracción atrial y la siguiente.
AD	atrio derecho.
AI	atrio izquierdo.
AV	atrioventricular.
BRDHH	bloqueo de rama derecha del haz de His.
BRIHH	bloqueo de rama izquierda del haz de His.
CPSV	contracción prematura supraventricular.
CPV	contracción prematura ventricular.
ECG	electrocardiograma.
FV	fibrilación ventricular.
lpm	latidos por minuto.
mV	miliVoltio.
PP:	intervalo entre una contracción atrial y la siguiente.
RR:	intervalo entre una contracción ventricular y la siguiente.
s	segundo.
SC	seno coronario.
TPSV	taquicardia paroxística supraventricular.
TV	taquicardia ventricular.
VD	ventrículo derecho.
VI	ventrículo izquierdo.
VV:	intervalo entre una contracción ventricular y la siguiente.

## Índice

PRÓLOGO .....	13
CONCEPTOS GENERALES DE LA ESTIMULACIÓN CARDIACA .....	17
Componentes básicos .....	17
Modos de estimulación .....	17
Funciones básicas .....	17
Tipos de respuesta a la actividad detectada .....	20
MARCAPASOS UNICAMERALES .....	21
Estimulación y detección unicameral .....	24
El programador de marcapasos .....	39
Prueba con imán .....	41
Prueba de umbral .....	42
Prueba de sensibilidad .....	45
Funciones especiales .....	46
Respuesta en frecuencia .....	46
Medición automática del umbral .....	47
Almacenamiento de información .....	48
Disfunción de marcapasos unicamerales .....	49
Falla de captura .....	50
Sobredetección .....	54
Subdetección .....	57
Otras fallas .....	60

MARCAPASOS BICAMERALES .....	63
Estimulación y detección bicameral.....	65
El programador de marcapasos .....	76
Pruebas de umbral atrial y ventricular .....	79
Inhibición de la estimulación .....	84
Funciones especiales .....	87
Cambio automático de modo .....	88
Respuesta en frecuencia.....	92
Búsqueda del intervalo AV .....	95
Acortamiento fisiológico del intervalo AV .....	94
Estimulación ventricular de seguridad.....	96
Respuesta a la caída de frecuencia .....	96
Atenuación ante la variación del intervalo RR .....	97
Almacenamiento de información.....	99
Electrogramas almacenados .....	100
Frecuencia atrial elevada .....	100
Frecuencia ventricular elevada .....	102
Cambio automático de modo .....	103
Respuesta a la caída de frecuencia .....	104
Respuesta a contracciones prematuras ventriculares.....	105
Detección de taquicardia mediada por marcapasos .....	105
Disfunción de marcapasos bicamerales .....	107
Falla de captura .....	108
Subdetección.....	109
Sobredetección .....	112
Desplazamiento del electrodo atrial.....	115
 MARCAPASOS TRICAMERALES .....	 119
Estimulación biventricular .....	121



Pruebas de umbral atrial y ventricular . . . . .	126
Histéresis negativa del intervalo AV . . . . .	129
Valoración del intervalo AV por ecocardiografía . . . . .	130
Estimulación ventricular de seguridad . . . . .	131
Respuesta a contracciones prematuras ventriculares . . . . .	131
CARDIODESFIBRILADORES IMPLANTABLES . . . . .	133
Estimulación antitaquicardia . . . . .	136
Cardioversión . . . . .	136
Desfibrilación . . . . .	137
Desfibrilador unicameral . . . . .	140
Disfunción del desfibrilador unicameral . . . . .	143
Desfibrilador bicameral . . . . .	144
Estimulación antitaquicardia . . . . .	144
Cardioversión . . . . .	144
Desfibrilación . . . . .	145
Disfunción del desfibrilador bicameral . . . . .	154
Taquicardia sinusal tratada como TV o FV . . . . .	154
Aceleración de la taquicardia . . . . .	157
Fibrilación atrial tratada como TV o FV . . . . .	158
Interferencia electromagnética . . . . .	161
Sobredetección de la onda T . . . . .	162
Subdetección ventricular . . . . .	164
Fractura del electrodo . . . . .	167
PREGUNTAS HABITUALES SOBRE LA TERAPIA CON MARCAPASOS . . . . .	169
GLOSARIO . . . . .	171
Acerca del autor . . . . .	173



## Prólogo

*Mi pulso, como el vuestro,  
late acompasadamente  
y con igual saludable ritmo*

Hamlet. William Shakespeare (Circa 1600)

Este manual está dirigido a los profesionales de salud, los cuales tienen que valorar electrocardiogramas de pacientes con marcapasos cardíacos, con el fin de proporcionar una herramienta de consulta rápida. La complejidad tecnológica de estos dispositivos se ha ido simplificando en el tiempo, desde que esta terapia se inició hace más de 50 años, de manera que, cada vez son más seguros y predecibles (*hardware*); pero, al mismo tiempo, se han ido incrementado diversas funciones (*software*) que, más allá de la terapia anti-bradicardia simple, buscan reproducir la función sinusal en condiciones fisiológicas como el ejercicio, o patológicas, como la bradicardia súbita del síncope neurocardiogénico. Además, ha mejorado la capacidad de detección de eventos eléctricos propios del paciente, de ahorro de batería, entre muchas otras funciones.

El mayor reto, en la interpretación de los electrocardiogramas de pacientes con marcapasos, es la diferenciación entre la función normal y la disfunción del dispositivo, debido a la gran variedad de eventos y ritmos espontáneos detectados por el marcapasos, así como a la multiplicidad de algoritmos de detección y estimulación, que los diferentes fabricantes incluyen en sus productos, con nombres diferentes. Muchas de estas situaciones solo se pueden diagnosticar mediante los programas de computadora específicos de interrogación y lectura por telemetría que ellos aportan. Las imágenes radiológicas constituyen, también, parte importante de la valoración de todo sistema de estimulación, aunque la mayor parte de anomalías para valorarse con este método se presentan con relación al momento del implante.

Los conceptos básicos sobre la fisiología del estímulo eléctrico ectópico, su interacción con la actividad fisiológica del miocardio, las entidades nosológicas que se manejan con esta terapia y las características básicas de los marcapasos se describen en otros textos<sup>1-4</sup>. Asimismo, los aspectos técnicos detallados en este campo y las técnicas de implante y extracción de estos dispositivos<sup>4-8</sup> escapan a los límites de este manual. Las indicaciones, para el implante de marcapasos y desfibriladores, son fundamentadas en la evidencia científica actualizada según el diagnóstico respectivo, se discuten con detalle en las guías elaboradas por las sociedades médicas internacionales de marcapasos y electrofisiología<sup>9,10</sup>.

El objetivo de este manual es mostrar la electrocardiografía del funcionamiento básico de los marcapasos y otros dispositivos; así como proporcionar una orientación inicial al médico quien tiene que valorar a este tipo de pacientes.

## Referencias

1. Gutiérrez O. Principios de Fisiopatología Cardiorrespiratoria. Editorial de la Universidad de Ciencias médicas UCIMED; San José, Costa Rica 2006.
2. Gutiérrez O, Araya V. Manual de Arritmias Cardiacas, Guía diagnóstica y terapéutica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2004.
3. Gutiérrez O, Esquivel L. Terapia Eléctrica de las Arritmias Cardiacas. Acta Med Costarr 2003; 45; 140-144.
4. Chiale P, Garro H, Pastori J et al. Marcapasos, resincronizadores y cardiodesfibriladores implantables. Fundamentos técnicos, indicaciones y manejo clínico. 1ª Ed, Buenos Aires, Argentina 2008.
5. Ellenbogen Kenneth A, Wood Mark A. Cardiac Pacing and ICDs. Third Edition. Blackwell Science, Inc., 2002. Massachussets, USA.
6. Hesselson Aaron B. Simplified interpretation of ICD electrograms. 2005. Blackwell Publishing 2005, Massachussets, USA.
7. Cuvillier E. Handbook of Leads for Pacing, Defibrillation and Cardiac Resynchronization. San Juan, Puerto Rico, 2009.
8. Lloyd MS, El Chami MF, Langberg JJ. Pacing Features That Mimic Malfunction: A Review of Current Programmable and Automated Device Functions That Cause Confusion in the Clinical Setting. J Cardiovasc Electrophysiol. 2009;20(4):453-460. Disponible en: [www.medscape.com](http://www.medscape.com): <http://www.medscape.com/viewarticle/590224>
9. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA et al. ACC/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline Update for Implantation of Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmia Devices. Circulation. 2008; 117: e350-e408. Disponible en: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/117/21/e350>
10. Dickstein K, Vardas PE, Auricchio A, Daubert JC, Linde C, McMurray J, Ponikowski P, Priori SG, Sutton R, van Veldhuisen DJ. An Update of the 2008 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure and the 2007 ESC Guidelines for Cardiac and Resynchronization Therapy Developed With the Special Contribution of the Heart Failure Association and the European Heart Rhythm Association. Europace. 2010;12(11):1526-1536. Disponible en: <http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/31/21/2677.full?sid=7c2dafa-e7bff-453b-8f85-12967fdf656e>

## Conceptos generales de la estimulación cardiaca



## Conceptos generales de la estimulación cardiaca

### Conceptos generales

#### Componentes básicos

Circuito integrado

Batería

Electrodos

#### Modos de estimulación

Unicameral

Bicameral

Tricameral

#### Funciones básicas

Estimulación

Detección

#### Tipos de respuesta a la actividad detectada

Inhibición

Disparo

Los marcapasos cardiacos son generadores de impulsos eléctricos, los cuales en un número de veces por minuto desencadenan contracciones miocárdicas, con el fin de mantener el volumen minuto cardiaco. De aquí se desprende que la indicación básica para implantar un marcapaso es bradicardia; las dos condiciones que más frecuentemente indican implantar un marcapaso son la enfermedad del nodo sinusal y el bloqueo atrioventricular avanzado.

Sus **COMPONENTES** básicos son (Fig. 1):

Un **circuito integrado** digital, el cual es el controlador que determina la magnitud e intervalos entre los estímulos, así como la inhibición de la estimulación

cuando se detecte la actividad espontánea del paciente. Este circuito contiene además los programas informáticos que cumplen otras funciones adicionales (mencionadas más adelante), así como un dispositivo de memoria electrónica; este almacena información propia del funcionamiento del dispositivo e información acerca de los eventos cardiacos espontáneos del paciente, la cual puede valorarse mediante interrogación por telemetría (“lectura a distancia”) en forma diferida.

La **batería** mantiene activo el circuito integrado y aporta la energía de los estímulos durante la vida útil del dispositivo. Ambos están contenidos en la caja o “carcaza” (*can* en inglés).

El (los) **electrodo(s)**, que transmiten la energía eléctrica desde el generador hasta el tejido miocárdico; además registran la actividad eléctrica propia del paciente. Su recorrido puede ser endocárdico (el habitual) o epicárdico y fijarse en el endocardio en forma activa (mediante un tornillo) o pasiva.

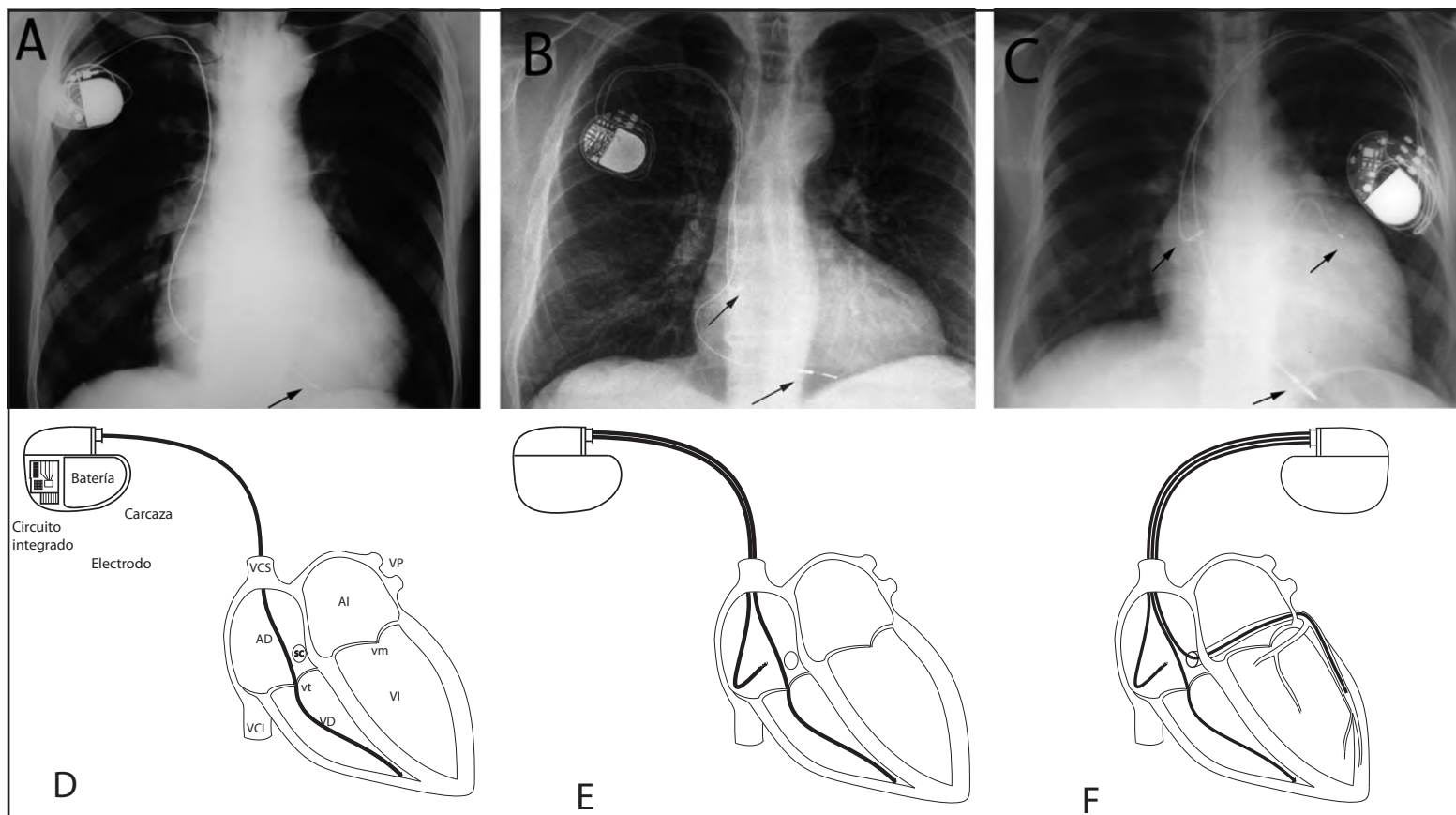
Existen diferentes **MODOS DE ESTIMULACIÓN** (ECG No. 1)

Según el número de cámaras estimuladas, puede ser **unicameral** (ventrículo derecho), **bicameral** (ventrículo y atrio derechos) o **tricameral** (ventrículo y atrio derechos y ventrículo izquierdo).

Según la distribución de los dos polos del electrodo de estimulación puede ser **unipolar** (un polo en la punta del electrodo y el otro en la caja del generador) o **bipolar** (los dos polos en el extremo distal del electrodo), Fig. 2.

Sus dos **FUNCIONES BÁSICAS** son la **generación** de estímulos eléctricos y la **detección** (*sensing* en inglés) de la actividad eléctrica miocárdica espontánea del paciente. La segunda función es tan importante como la primera, puesto que evita la presencia de un conflicto entre la actividad cardiaca espontánea del paciente y la terapia administrada por el marcapasos. De ahí el término “marcapasos a demanda”.

Básicamente, el marcapasos envía estímulos a una frecuencia cardiaca programada: el intervalo RR programado, usualmente 60 latidos por minuto (o intervalo RR=1 s, ECG No. 3). Esto quiere decir que si la frecuencia cardiaca espontánea del paciente es menor, se observará ritmo de marcapasos. Si en un determinado momento es mayor, el marcapasos dejará de enviar estímulos y se observará entonces el ritmo propio del paciente; si este nuevamente cae por debajo de los 60 latidos por minuto, el marcapasos reanudará la estimulación a un intervalo de tiempo de un segundo, entre el último latido espontáneo y el primero estimulado (ECG No. 7). La despolarización ventricular está determinada por el voltaje con el cual se estimula (“salida” o *output*) y el tiempo durante el cual se aplica este voltaje (“ancho de pulso”). Ambos son programables; es decir, se puede elegir el valor a utilizar, según las necesidades de cada paciente.



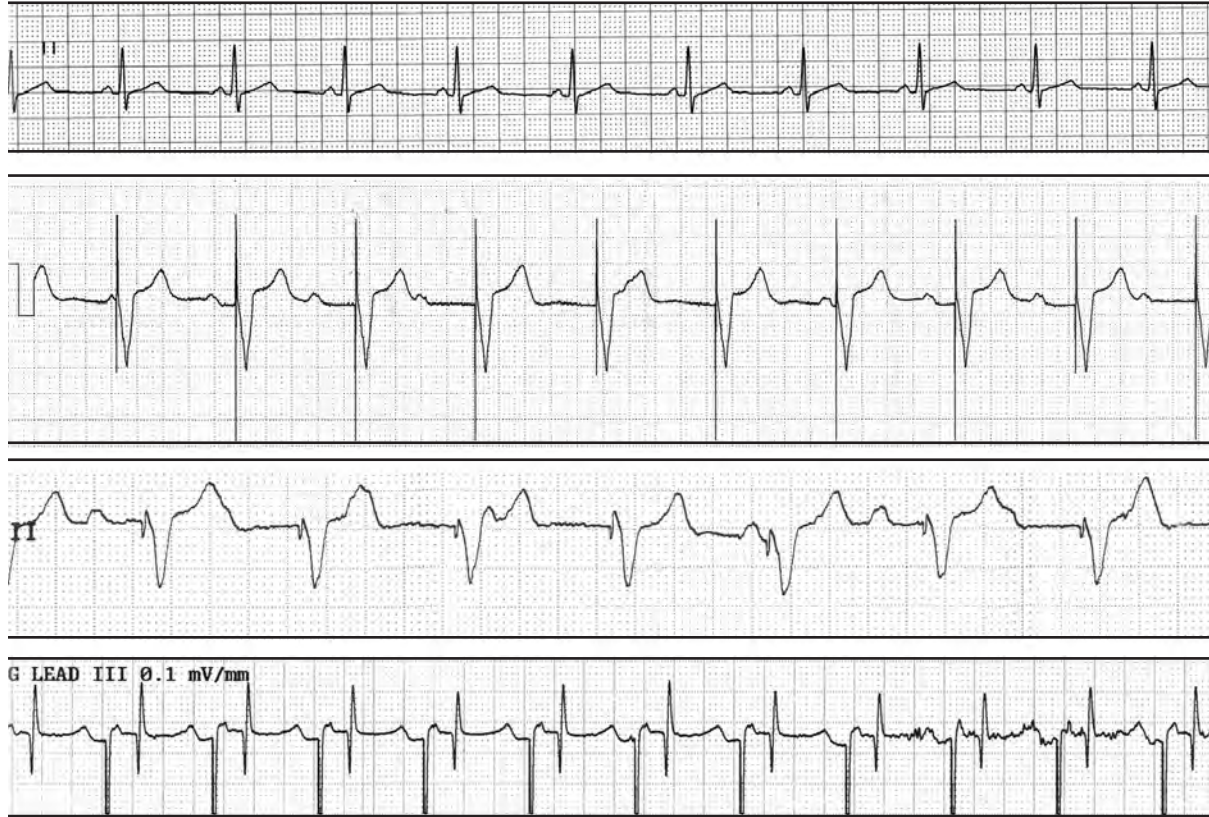
**Fig. 1.** Imágenes radiográficas en incidencia pósterioanterior. A y B. Se observa el generador del marcapasos unicameral o bicameral en posición pectoral derecha y los electrodos alojados en el ápex del ventrículo derecho (VD) y en el atrio derecho (AD), respectivamente. (flechas). D y E los muestran en forma esquemática. C. Imagen radiográfica en incidencia pósterioanterior del marcapasos biventricular o “resincronizador cardiaco”. El electrodo del ventrículo izquierdo (VI) es alojado en una vena tributaria del seno coronario, a través de la cual se estimula dicha cámara desde el epicardio. En F, se muestra la posición esquemática de estos electrodos. Vt: válvula tricúspide. Vm: válvula mitral. SC: ostium del seno coronario. VCS: vena cava superior. VCI: vena cava inferior. AI: atrio izquierdo. VP: venas pulmonares.

Los complejos electrocardiográficos típicos de la estimulación de marcapasos tienen una “espiga” (o *spike*) que indica la llegada del estímulo al miocardio, inmediatamente seguida de un complejo QRS ancho, usualmente con morfología de bloqueo de la rama izquierda del haz de His (BRIHH) con eje superior y en el caso de los unicamerales, sin correlación secuencial con la actividad atrial, cuando esta es visible. En ocasiones, el envío de la espiga fortuitamente coincide con el impulso propio del paciente. En este caso, la morfología del complejo QRS resultante,

es intermedia entre la espontánea y la estimulada, puesto que el miocardio es despolarizado desde dos frentes simultáneos: este complejo se denomina “complejo de fusión” (ECG No. 8). Si la espiga es enviada en el preciso momento en que se inscribe en QRS propio y este no es modificado en su morfología, se denomina “pseudofusión” (ECG No. 13); esto ocurre porque existe un tiempo de latencia, desde que se genera el potencial miocárdico espontáneo y viaja por el electrodo hasta que esta información se registra y el marcapasos determina si envía o no la



## Estimulación unicameral

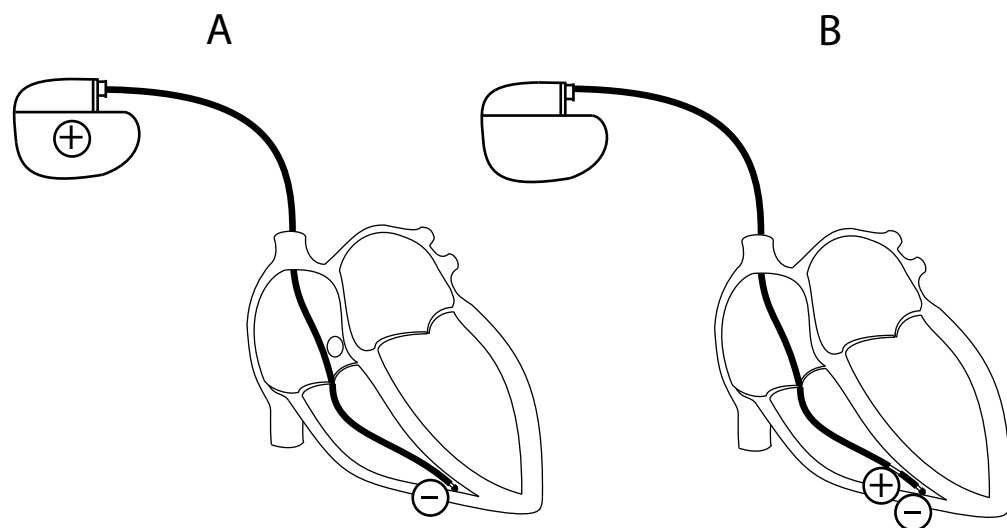


**ECG No. 1. Marcapasos unicameral.** Primeras 3 filas, trazados electrocardiográficos en derivación II, 25 mm/s. Arriba, ritmo sinusal normal. La onda P es seguida de complejos QRS angostos, lo que indica la existencia de una secuencia atrioventricular normal y que la activación ventricular ocurre a través del sistema de conducción: nodo atrioventricular y sistema His-Purkinje. Siguiente línea: ritmo de marcapasos con espigas inmediatamente seguidas de complejos QRS anchos, lo que indica que la despolarización ventricular se inicia fuera del sistema de conducción, en este caso, en el ápex del VD. El tamaño de las espigas sugiere que se trata de un marcapasos en configuración unipolar. Obsérvese que las ondas P aparecen en forma aleatoria durante el trazado, sin la secuencia P-QRS normal, por lo tanto es un marcapasos unicameral cuyo funcionamiento es independiente de la actividad atrial: ambas cámaras están disociadas. Tercera fila: ritmo de marcapasos unicameral en configuración de estimulación bipolar; electrodo alojado en el VD, por tanto, modo "VVI"; no se observa onda P. Última línea: derivación III, 25 mm/s. Ritmo de marcapasos atrial unicameral (por tanto, AAI). Después de cada espiga, se inscribe una onda P, lo que denota que el electrodo está alojado en el AD; a cada una le sigue un intervalo AV normal y un complejo QRS angosto, lo que demuestra que este paciente tiene su conducción atrioventricular e intraventricular conservadas. Este modo de estimulación no se utiliza aisladamente, sino en combinación con estimulación ventricular (marcapasos bicameral) aunque en ese momento, el paciente no la necesite en el VD.

## Estimulación bicameral



**ECG No. 2. Marcapasos bicameral.** Derivación II, 25 mm/s. Se observan dos espigas, la primera seguida de una onda P y la segunda, de un complejo QRS ancho; es decir, estimulación por marcapasos atrial y luego ventricular, separadas por un "intervalo AV" que se programa, según las necesidades del paciente.



**Fig. 2.** La estimulación cardíaca se realiza a través de dos polos, mediante los cuales se administra corriente: puede ser UNIPOLAR (A) cuando el polo positivo es la caja del marcapasos y el negativo la punta del electrodo, caso en el que la “espiga” (imagen electrocardiográfica del impulso enviado al miocardio) es grande. O puede ser BIPOLAR (B), cuando ambos polos de estimulación están cerca de la punta del electrodo; la espiga es pequeña en este caso (ECG No. 1).

espiga; ése tiempo, puede determinar que la espiga se inscriba unos milisegundos después de iniciado el QRS espontáneo, lo que en apariencia, no modifica su morfología.

Con respecto a la detección, los parámetros programables más importantes son la sensibilidad, que es el mínimo voltaje de las señales propias del paciente capaces de ser detectadas; y el período refractario, que es el período en el cual el marcapasos no tomará en cuenta ninguna señal para efectos de inhibirse o bien reiniciar el conteo del intervalo RR programado. En los marcapasos bicamerales, estas funciones están presentes tanto para la estimulación atrial como ventricular, así como para la detección bicameral y deben ejecutarse coordinadamente, de manera que se mantenga la secuencia fisiológica atrioventricular.

Existen dos **TIPOS DE RESPUESTA** ante la actividad espontánea detectada:

La **inhibición** de la estimulación en el momento que se detecta actividad espontánea y el **disparo** (“*trigger*”) de la estimulación ante un evento espontáneo. Esta, habitualmente es la estimulación ventricular luego de haberse detectado una contracción atrial espontánea en los marcapasos bicamerales.

Nomenclatura internacional. Comúnmente, se asignan 4 letras al modo de estimulación y detección en los marcapasos:

- La primera letra indica la cámara estimulada. A; atrio derecho, V, ventrículo derecho, D, que significa “doble”, se refiere a que ambas cámaras son estimuladas.
- La segunda, la cámara detectada; también se utilizan A, V y D. La D o “doble” indica que ambas cámaras detectan actividad propia o intrínseca
- La tercera, el tipo de respuesta ante la actividad espontánea detectada; I, T ó D. La I indica inhibición, la T indica disparo o *trigger* y la D ambas funciones.
- La cuarta, si el marcapasos tiene “respuesta en frecuencia” (R), es decir, si dispone de un sensor que detecte la actividad física del paciente, que le indica al marcapasos incrementar su frecuencia cardíaca en relación con la demanda de un mayor gasto cardíaco, producto del ejercicio físico.

Así, VVI indica que es un marcapasos unicameral que estimula al ventrículo derecho (VD) y detecta actividad espontánea también en el VD, la cual induce inhibición (I).

La sigla DDD indica que es un marcapasos bicameral que estimula tanto atrio derecho (AD) como VD, que detecta actividad propia tanto en uno como en otro y que tiene ambas respuestas ante una actividad detectada: se inhibe (I) cuando detecta actividad espontánea en el VD y dispara o estimula (T) al VD, cuando detecta actividad espontánea en el AD.

VVI-R es un marcapasos unicameral que tiene respuesta en frecuencia.

## Marcapasos unicamerales



# Marcapasos unicamerales

## Parámetros de estimulación

- Modo de estimulación
- Voltaje de estimulación
- Ancho de pulso
- Respuesta en frecuencia

## Parámetros de detección

- Sensibilidad
- Período refractario ventricular

## Funciones especiales

## Parámetros de almacenamiento

**Parámetros electrónicos básicos de estimulación.** En los marcapasos unicamerales usualmente se programa:

1. El **modo de estimulación** (por defecto, VVI)
2. La **frecuencia de estimulación** (por defecto, 60 lpm)
3. El **voltaje** a utilizarse (la salida o “*output*”), 2,5 V
4. El **ancho de pulso**, que es el tiempo durante el cual se administrará ese voltaje: 0,4 ms

**Parámetros de detección.** Se programan con el fin de detectar la actividad miocárdica propia del paciente (la “onda R”):

1. La **sensibilidad**: Es la capacidad de lectura de la actividad eléctrica intrínseca del paciente (la onda R)

y funciona de manera inversa al tamaño de la onda R a detectar: mientras más pequeño es su valor absoluto, el marcapasos es cada vez más sensible o capaz de detectarla. Si la onda R cae por debajo del valor programado (por defecto, 2,8 mV), el marcapasos no la dará por detectada, por lo tanto, no se modificará el contador de tiempo que calcula el intervalo latido a latido.

2. El “**período refractario**”, es el tiempo durante el cual, después de cada espiga, el marcapasos no tomará en cuenta señales como el potencial evocado por el estímulo administrado, la onda T o cualquier otro evento eléctrico que suceda durante ese período. En el caso que se detecte alguno, no modificará el contador de tiempo; después de transcurrido este período (280 ms en la mayoría de los fabricantes), cualquier despolarización espontánea reiniciará el contador y el marcapasos pospondrá el envío de la espiga solo hasta cuando sea necesario. De no aparecer ninguna, continua la administración de espigas en la frecuencia programada.

## Funciones especiales

La aceleración de la estimulación mediada por sensores de movimiento o de otro tipo se denomina “**respuesta en frecuencia**” (*rate response*) y es electiva; si se enciende, se debe programar la frecuencia máxima que se desea el paciente alcance así como la pendiente y duración de la aceleración y desaceleración.

La **histéresis** es una función de detección en la cual, si se detecta ritmo propio en frecuencias de alrededor de 60 lpm, el marcapasos temporalmente reduce su frecuencia de estimulación a un valor algo menor, p.ej. 50 lpm; esta función tiene como objetivo mantener el mayor tiempo posible el ritmo propio sinusal, en los casos en que esta función fisiológica esté relativamente preservada. En los marcapasos bicamerales existe también la histéresis del intervalo AV.

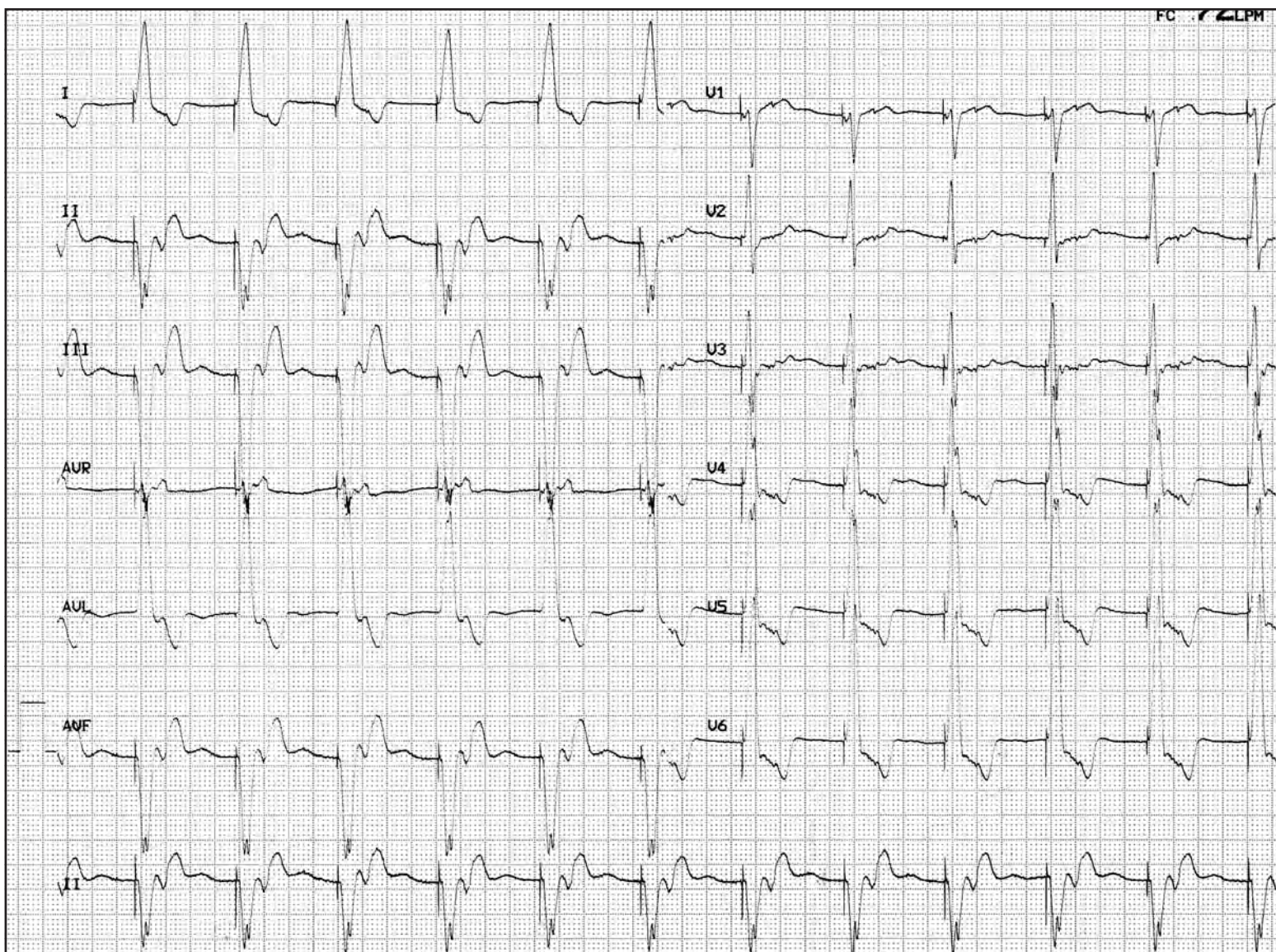
La **medición automática del umbral** a determinados intervalos de tiempo, permite programar, también de forma automática, el voltaje de salida. A diferencia de los marcapasos que funcionan con valor fijo de voltaje (aunque se pueden programar manualmente diferentes valores), esta función permite administrar voltajes supraumbrales en márgenes razonables, con lo cual se evita el exceso de voltaje administrado cuando la situación no lo amerita.

**Parámetros de Almacenamiento.** También son programables la forma en la que se almacenarán datos estadísticos como los histogramas de frecuencias cardíacas, la curva evolutiva de la impedancia del electrodo, eventos calificados como “de elevada frecuencia ventricular”, trazados endocavitarios, ente otros.

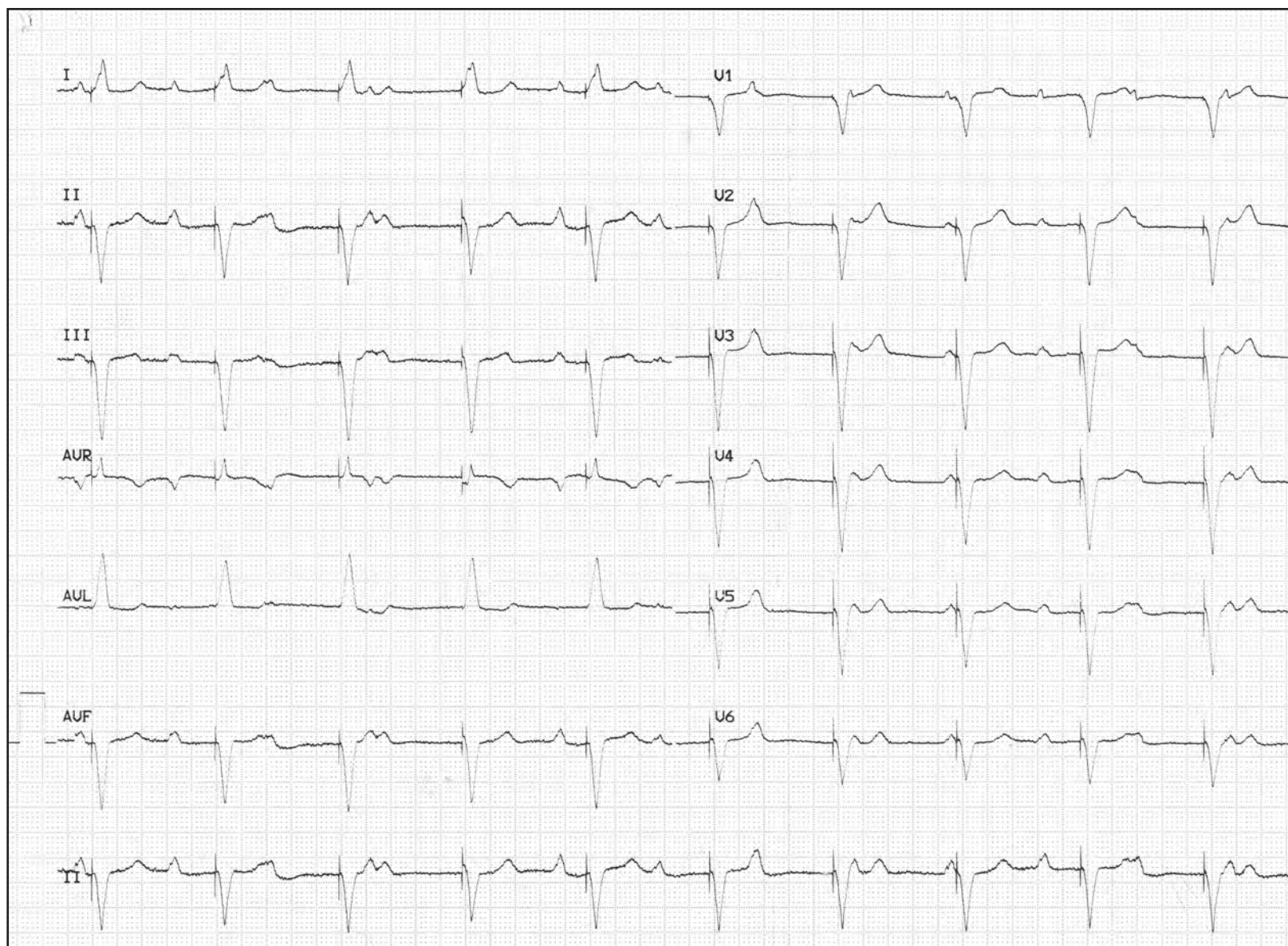
## Estimulación y detección unicameral



**ECG No. 3.** Electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones, 25 mm/s. Se muestra ritmo de marcapasos a una frecuencia de 60 lpm. Cada estímulo del marcapasos (la espiga) es seguido del respectivo complejo QRS, lo cual significa que el estímulo ha logrado despolarizar el miocardio y por ende, se ha producido una contracción o sístole ventricular; este evento se llama "**captura**". El electrodo del VD se coloca convencionalmente en el ápex; por lo tanto, los complejos estimulados tienen morfología de bloqueo de la rama izquierda del haz de His (BRIHH), dado que el impulso se dirige desde abajo hacia arriba (complejos negativos en derivaciones de la cara inferior) y de derecha a izquierda (complejos QRS negativos en V1-2); en el resto de las derivaciones precordiales es negativo debido a que se dirige hacia arriba.

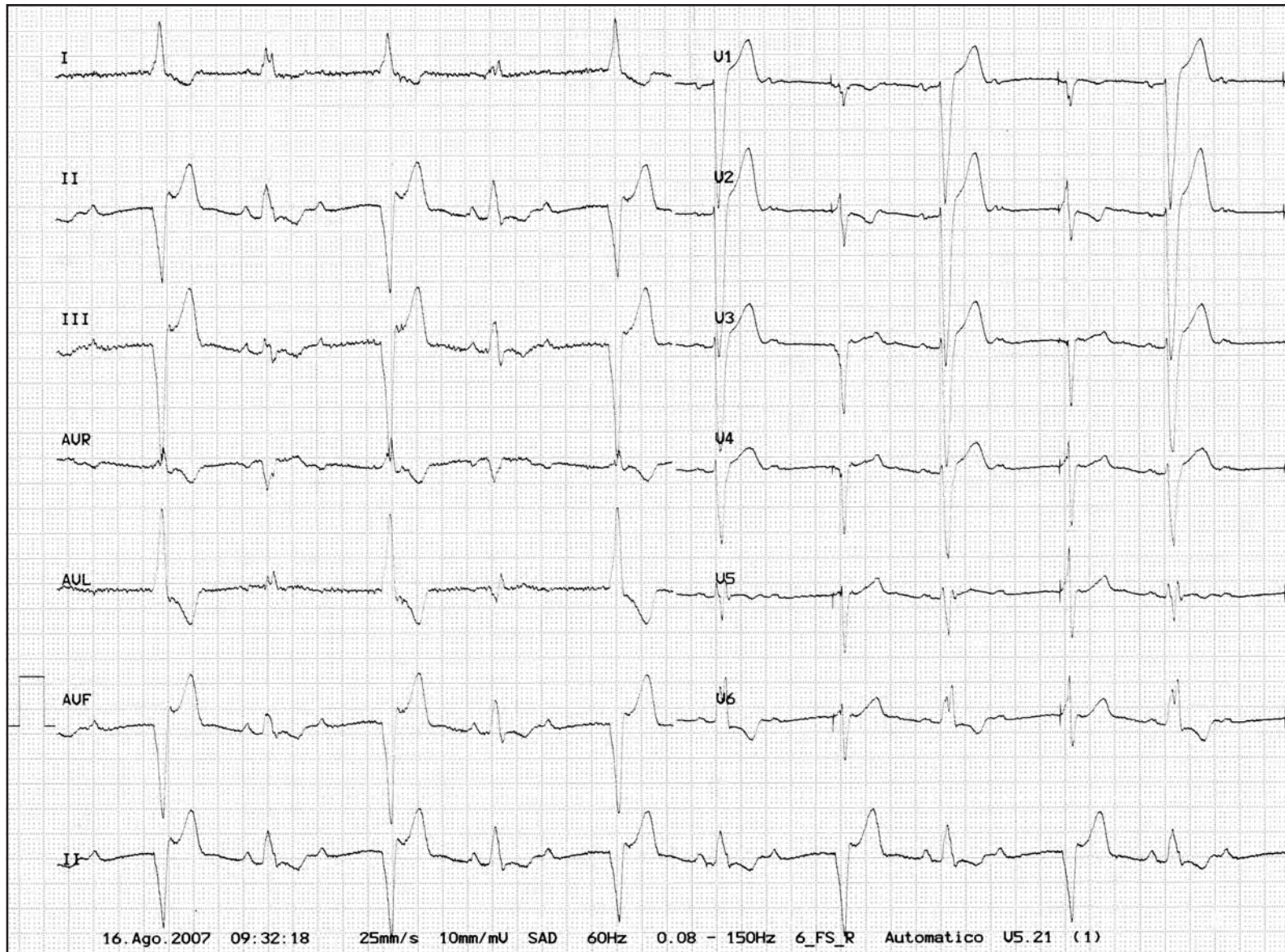


**ECG No. 4.** Ritmo de marcapasos VVI, 60 lpm. Después de cada espiga, se observa el respectivo complejo QRS ancho, lo que indica que el estímulo logra despolarizar el miocardio latido a latido. Una vez que se logra la captura, el impulso se dirige desde el VD hacia el VI, por lo que los complejos QRS tienen morfología de BRIHH. Durante la repolarización, se observa una onda P “retrograda”, la cual indica que el paciente tiene preservada la conducción en sentido retrógrado a través del nodo AV y genera entonces una despolarización atrial inmediatamente después de la ventricular. Esta observación es importante, dado que en ocasiones, puede causar síntomas como disnea y palpitaciones (el denominado “síndrome de marcapasos”).

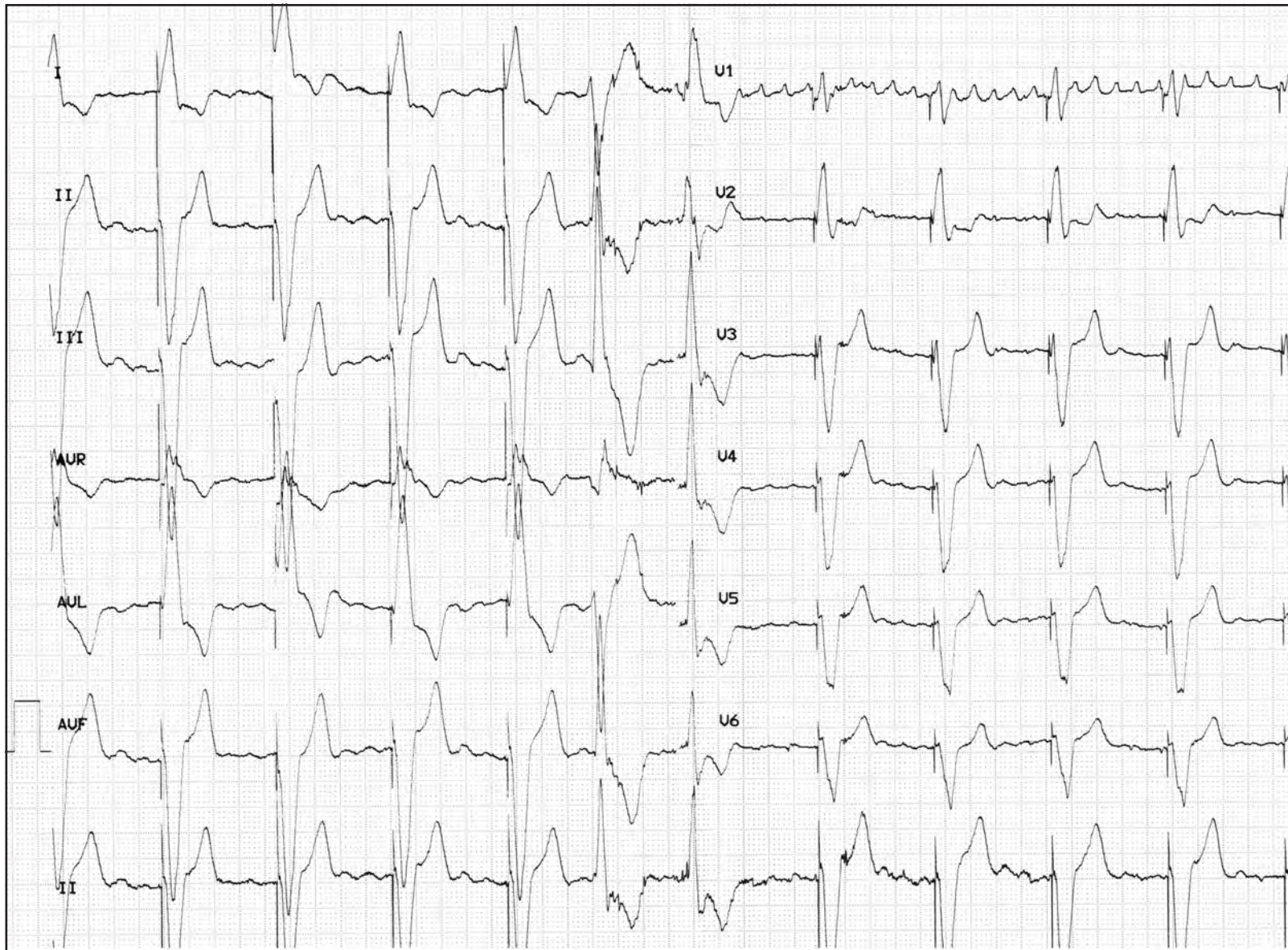


**ECG No. 5.** Ritmo de marcapasos VVI, 60 lpm, con adecuada captura ventricular. Se observan ondas P sin ninguna relación a la aparición de los complejos estimulados por el marcapasos, lo que indica que atrios y ventrículos están disociados; es decir, ambas cámaras se contraen de manera independiente. A diferencia del caso anterior, no existe conducción ventriculoatrial. Por lo tanto, el ritmo de base es sinusal y existe un bloqueo AV completo, razón por la cual este paciente recibió terapia con marcapasos.

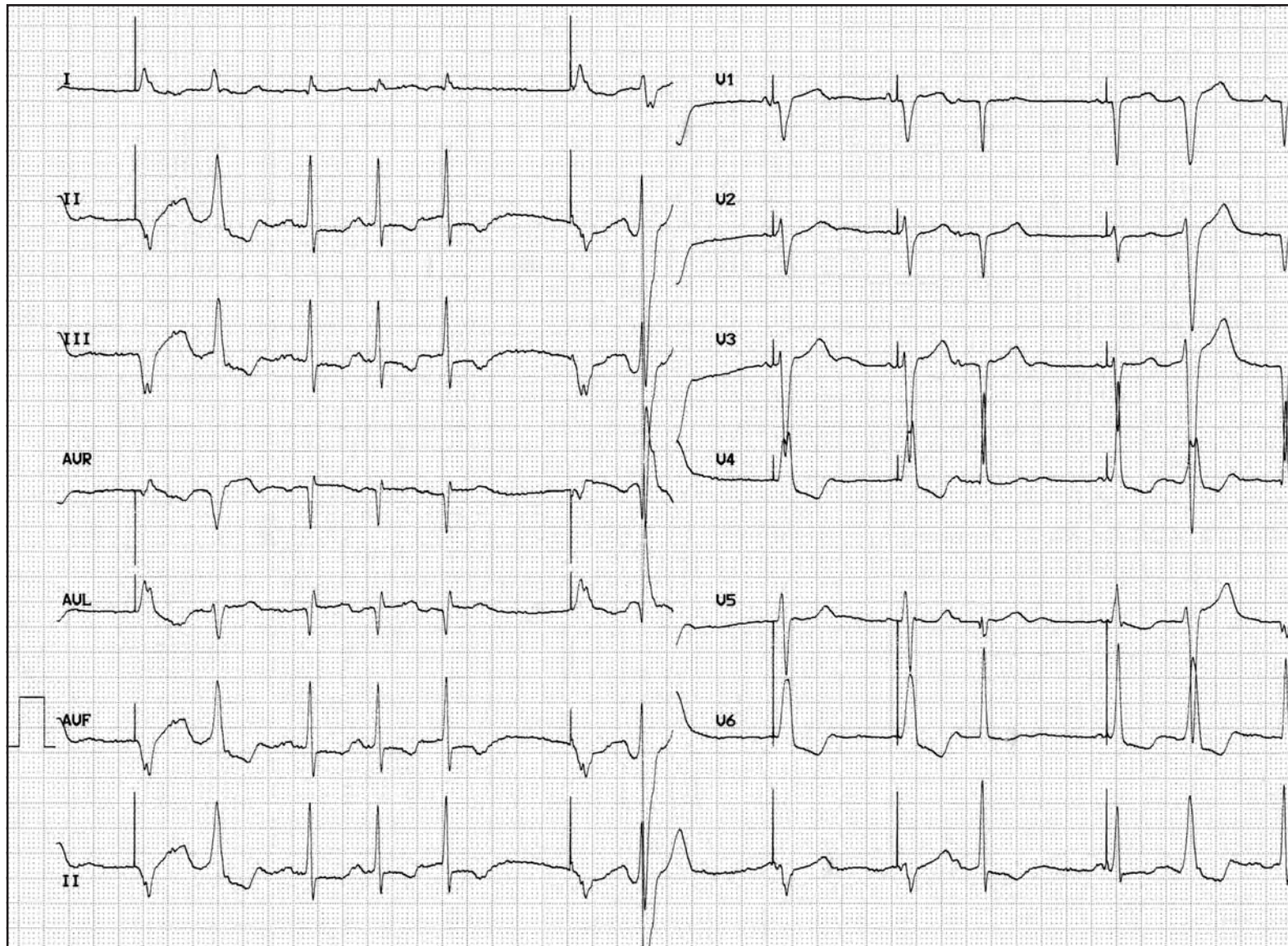




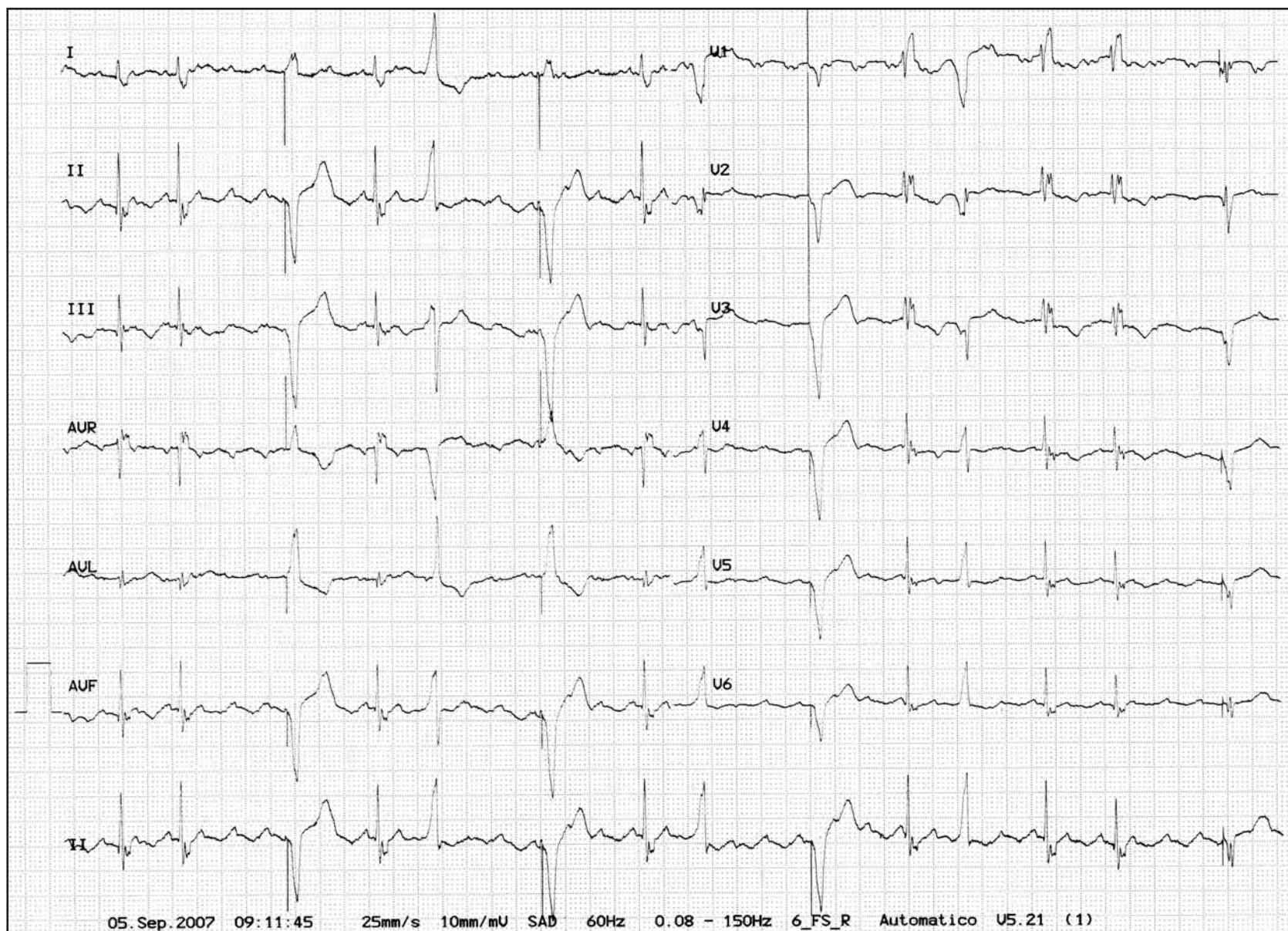
**ECG No. 6.** Ritmo de marcapasos VVI. La morfología de los complejos QRS alterna cíclicamente entre complejos QRS con eje superior, los cuales tienen espiga, y complejos QRS con eje inferior precedidos por onda P; es decir, latidos sinusales. Inmediatamente después de estos, aparece la siguiente onda P sin QRS, luego un complejo estimulado por el marcapasos y así sucesivamente. Por lo tanto, el paciente en este momento tiene bloqueo AV 2 a 1: la primera contracción atrial que tiene un origen sinusal (la onda P) es seguida de QRS (contracción ventricular); es decir, existe conducción a través del nodo AV y sistema His-Purkinje hasta el VD, pero la siguiente contracción atrial no; entonces, cumplido el intervalo RR programado (la frecuencia de estimulación programada), el marcapasos envía un estímulo que produce una despolarización miocárdica.



**ECG No. 7.** Ritmo de marcapasos VVI, 60 lpm: complejos QRS anchos precedidos de espigas. El ritmo de base es fibrilación atrial, sugerido por la oscilación gruesa de la línea de base y la ausencia de onda P. En el trazado de ritmo inferior, el sexto complejo no tiene espiga y es de morfología diferente del resto; además, aparece a un intervalo menor que el RR programado, lo cual indica que el marcapasos ha detectado adecuadamente este complejo QRS propio del paciente, razón por la que se inhibe en ese momento. El siguiente complejo QRS es también propio y es seguido de una pausa que, transcurrido en intervalo RR programado (en este caso, 1 s), reaparece la estimulación VVI a 60 lpm.



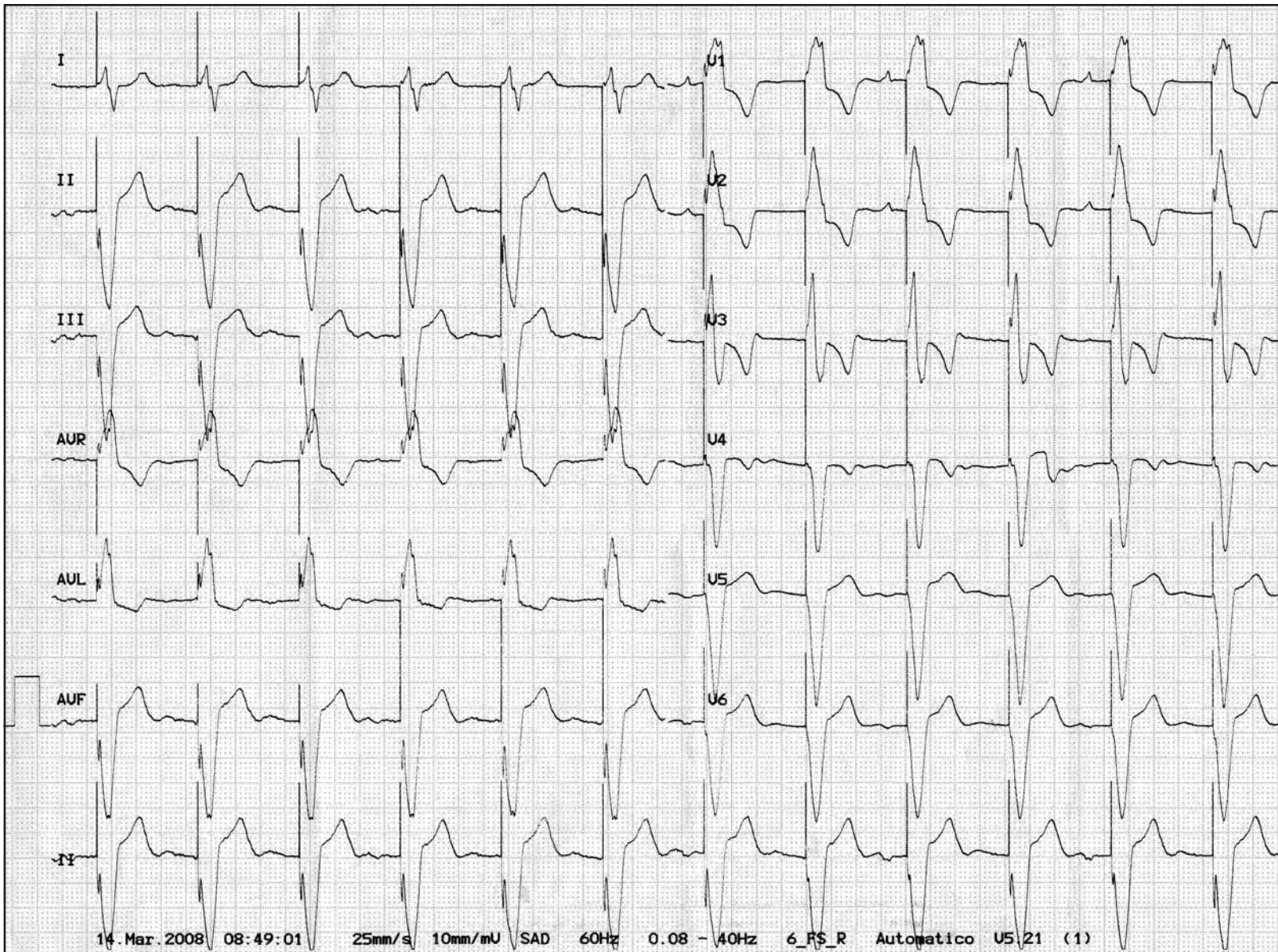
**ECG No. 8.** El primer latido tiene espiga y el complejo QRS es ancho, es decir, existe **captura** ventricular. Siguen 4 latidos precedidos de onda P, sin espiga, a una frecuencia de alrededor de 100 lpm: el primero con QRS ancho, debido a bloqueo funcional de la rama izquierda del haz de His y los otros 3 son angostos; es decir, existe adecuada **detección** o "sensado" (del inglés *sensing*). Y después, ritmo de marcapasos VVI (60 lpm) con algunos latidos espontáneos detectados. Obsérvese que algunas espigas aparecen aleatoria y coincidentemente durante el intervalo PR, dado que se ha cumplido el intervalo RR programado (más visible en V1-2), lo cual produce complejos QRS de morfología intermedia entre los latidos estimulados y los detectados, en especial el antepenúltimo. Este hallazgo se debe a la doble activación ventricular: la espontánea, que nació en el nodo sinusal y la generada por el marcapasos, que nació en el VD. Estos complejos se denominan "**complejos de fusión**".



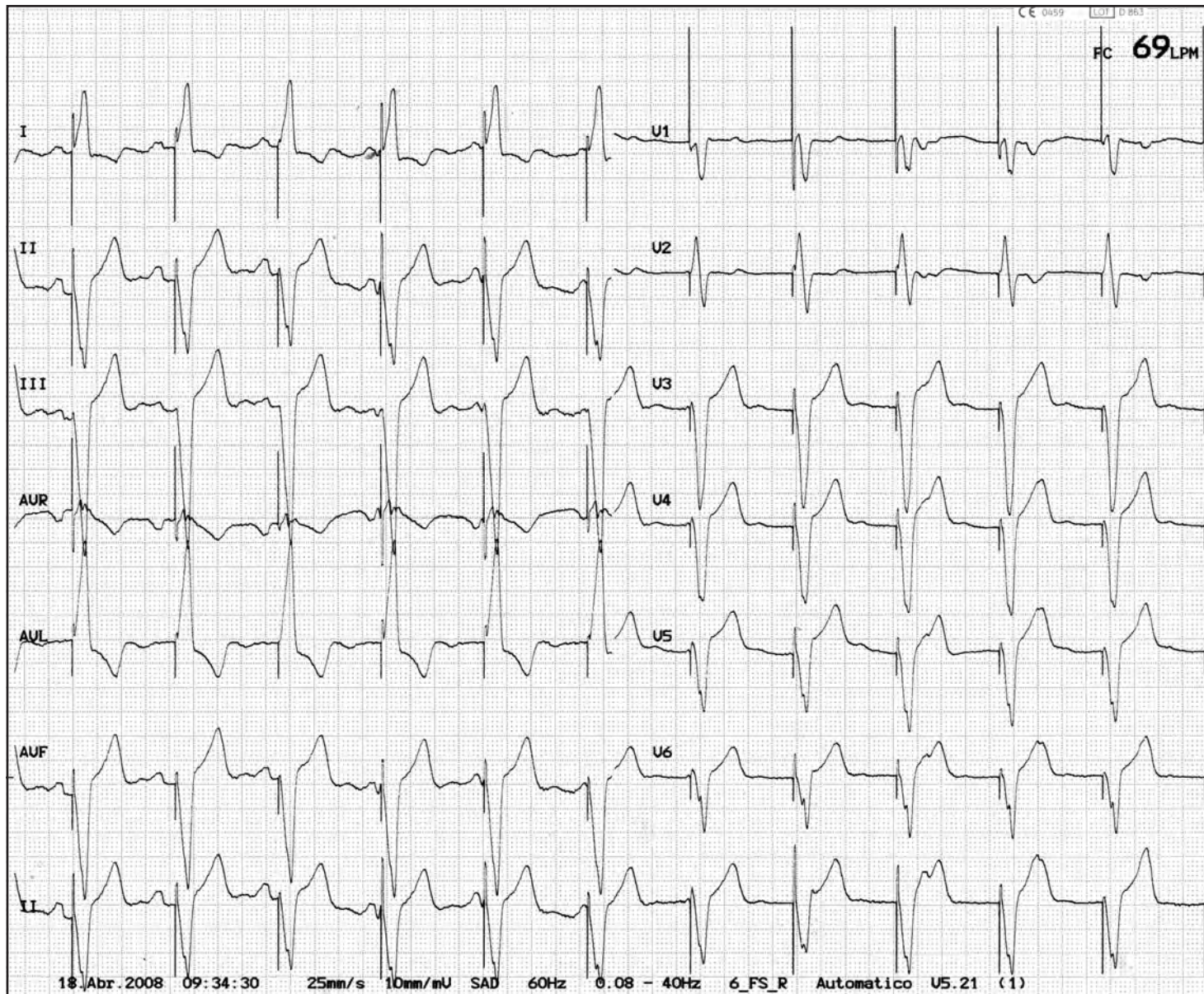
**ECG No. 9.** El ritmo de base es flúter atrial, evidenciado por el patrón en "dientes de sierra" visible en las derivaciones de la cara inferior. Los 2 primeros latidos son propios del paciente (QRS relativamente angosto, morfología de bloqueo de rama derecha del haz de His -BRDHH- de base); el tercero es estimulado por marcapasos (QRS ancho), una vez cumplido el ciclo programado (0.9 s.). A lo largo del trazado de ritmo inferior se observan varios episodios de la misma secuencia; el último latido, es un complejo de fusión.



**ECG No. 10.** En ese caso, la morfología del ritmo estimulado es de BRDHH en V1-2, a diferencia de lo habitual. La mayoría de las veces, se debe a una posición lateral del ápex del VD, por lo cual la dirección del impulso que emerge del electrodo se dirige hacia arriba (complejos negativos en derivaciones de la cara inferior) y de izquierda a derecha. En el resto de las derivaciones precordiales el complejo es negativo por dirigirse hacia arriba. Menos frecuentemente, esta morfología puede deberse a la colocación inadvertida o intencional del electrodo en una vena tributaria del seno coronario (en especial, la vena cardiaca media) o en el ventrículo izquierdo, a través de una comunicación interatrial o de un foramen oval permeable; o bien, a variantes anatómicas de la posición o conformación cardiaca con respecto a las derivaciones electrocardiográficas.



**ECG No. 11.** A pesar de que este trazado es muy similar al anterior, este caso se trata de una paciente de 21 años a quien le fue implantado un marcapasos epicárdico, incisión subxifoidea, a la edad de 7 años por un bloqueo AV congénito, sin otras alteraciones estructurales. La morfología de los complejos QRS, positiva en V1 y negativa en derivaciones inferiores, se debe a la posición del electrodo cerca del ápex: el impulso va de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba.



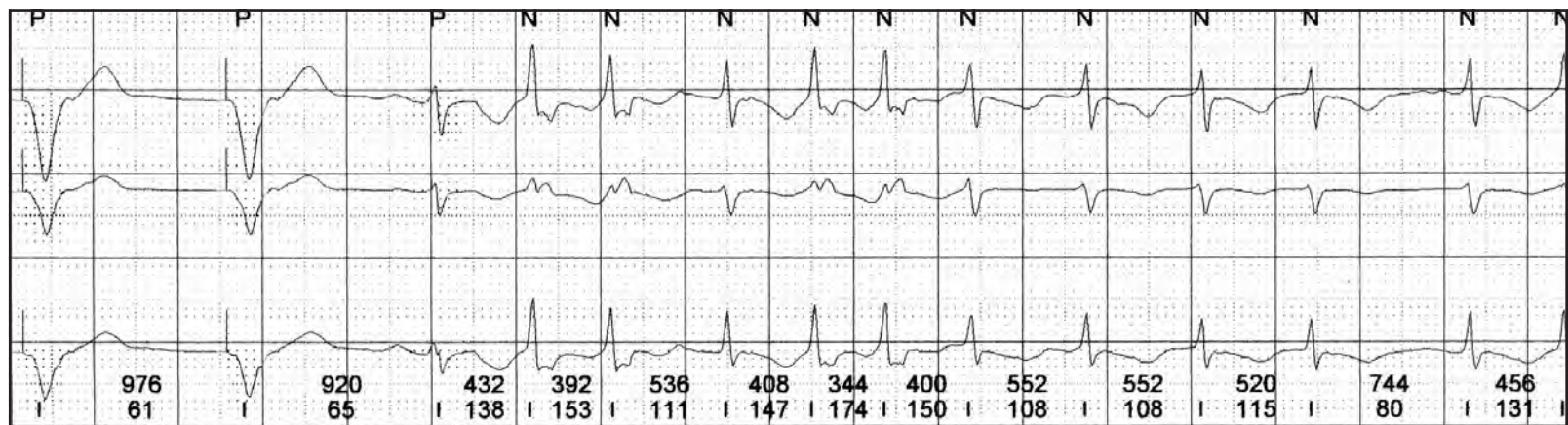


**ECG No. 13.** Derivación III. Marcapasos VVI, 60 lpm. A partir del tercer latido, aparece ritmo propio sinusal –ondas P seguidas de complejo QRS–, pero algunos complejos QRS están precedidos de espigas y en el séptimo, el QRS tiene una morfología sutilmente diferente a los latidos sinusales. Este es un latido o **complejo de fusión**, en los que el miocardio es despolarizado a partir de dos frentes: el originado por el marcapasos y el espontáneo sinusal; ambos frentes colisionan y generan una morfología intermedia entre el QRS típico de cada uno. Si la espiga no modifica la morfología del QRS espontáneo (tercero y sexto complejos), se denomina “pseudofusión”.

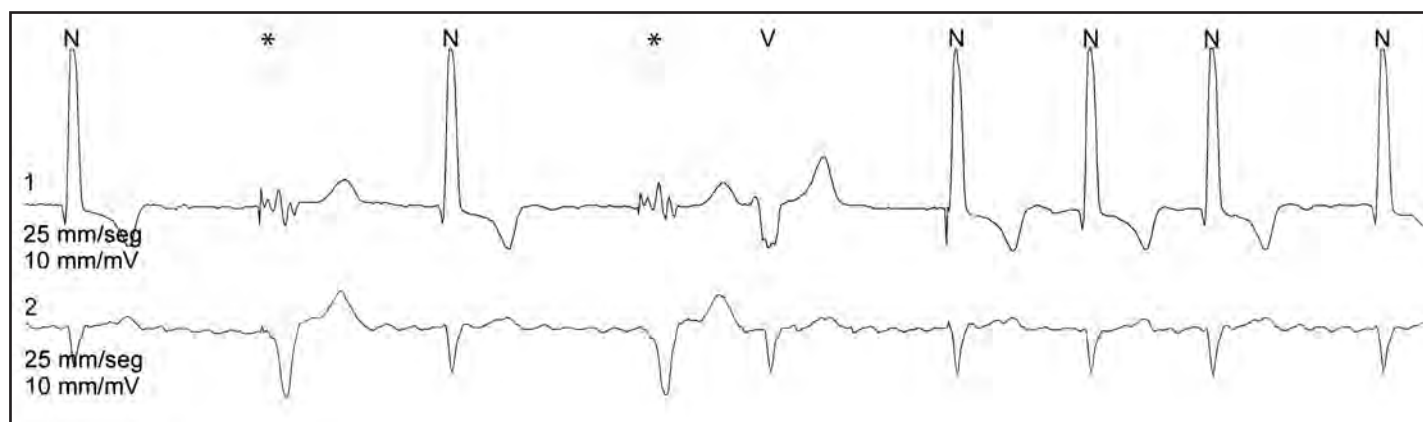
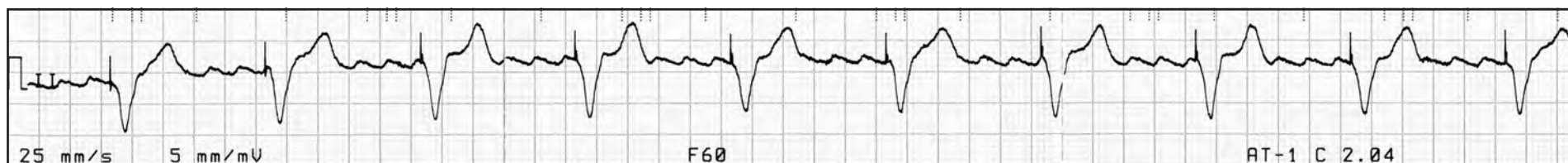


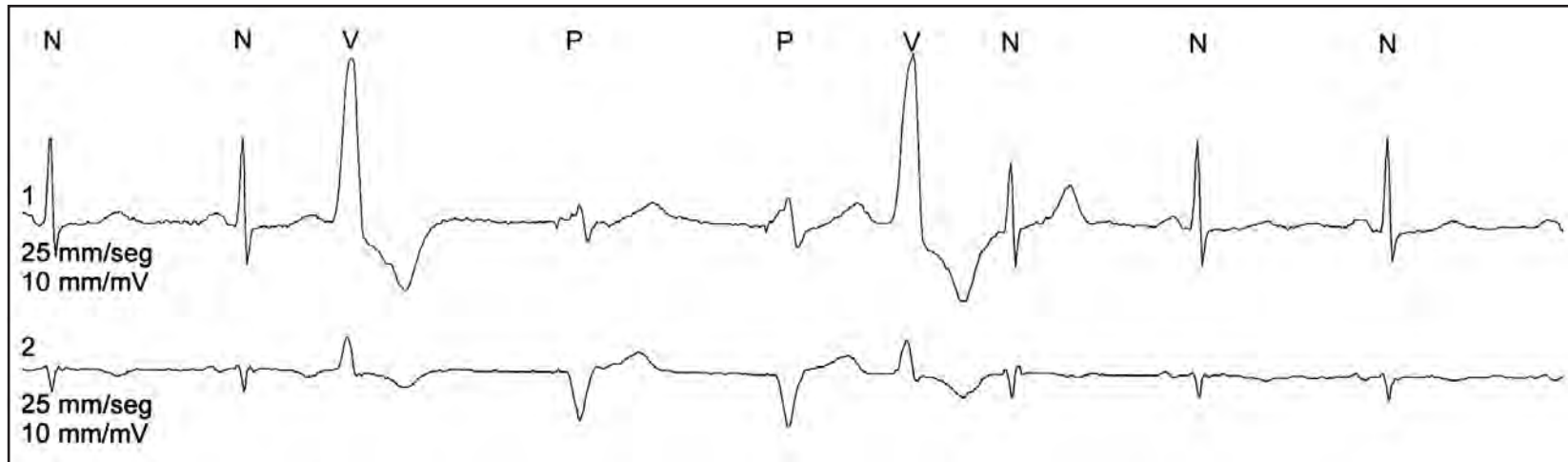
**ECG No. 14.** Derivación II, marcapasos VVI, 65 lpm. El paciente está en ritmo sinusal; el intervalo PR se va prolongando progresivamente, hasta que en el octavo latido, la onda P no es seguida de complejo QRS; es decir, existe un bloqueo AV de segundo grado tipo Wenckebach. Transcurrido el ciclo RR que el marcapasos tiene programado y sin detectarse ninguna actividad propia, el marcapasos inicia la estimulación, pero después del tercer complejo estimulado (que es un **complejo de fusión**) reaparece el ritmo sinusal y nuevamente el marcapasos inhibe la estimulación.

**ECG No. 15.** Tres derivaciones del plano frontal simultáneas, obtenidas de registro Holter. Los primeros 2 complejos son latidos estimulados (espiga visible) y a partir del tercero, aparece ritmo propio: un latido sinusal y luego, fibrilación atrial paroxística, la cual es adecuadamente detectada y el marcapasos entonces, se inhibe.





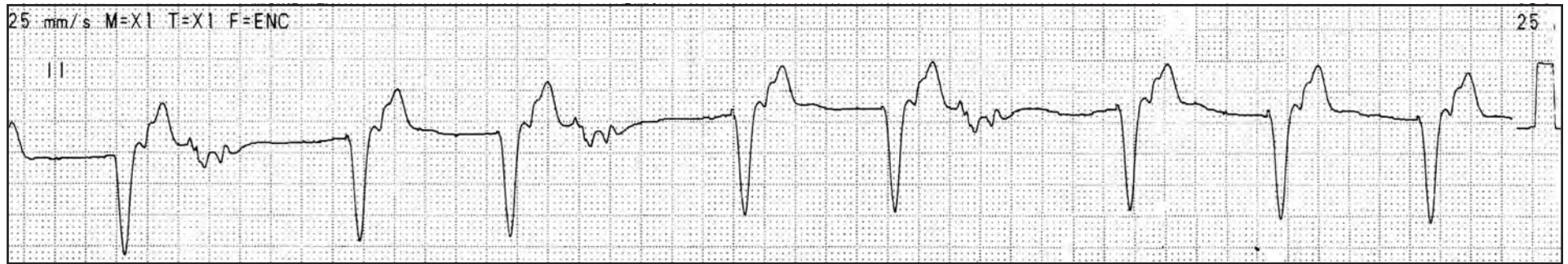




**ECG No. 19.** Dos derivaciones simultáneas de registro Holter. Los 2 primeros son latidos sinusales (N), el tercero y sexto, son CPVs (V), el cuarto y quinto son latidos estimulados por marcapasos (P) y los siguientes nuevamente sinusales. El intervalo entre la primera CPV y el siguiente latido –que es estimulado– es 1 s, lo que indica que el marcapasos, una vez detectado un complejo espontáneo, reinicia la estimulación después de transcurrido el intervalo RR programado. En este trazado de 3 morfologías, debe analizarse si todos los eventos espontáneos han sido adecuadamente detectados y si todos los estimulados han aparecido al intervalo programado.



**ECG No. 20.** Derivación II. Marcapasos VVI. Después del primer complejo ancho (estimulado), aparece un complejo QRS angosto; al final de la onda T se inscribe otra onda P pero sin QRS. Después, aparece otro latido estimulado a un segundo del anterior complejo QRS, el cual fue adecuadamente detectado y luego, otro latido propio, también seguido de una onda P sin QRS. Durante los siguientes 4 complejos estimulados, se puede visualizar ondas P que mantienen un intervalo PP constante, lo cual indica que el ciclo sinusal es regular. El ritmo de base es, entonces, bloqueo atrioventricular completo con latidos de escape angostos.



**ECG No. 21.** Derivación II. Ritmo de marcapasos unicameral VVI, 60 lpm. Durante la repolarización ventricular, en el segmento ST, se inscribe una onda P retrógrada, lo cual denota que existe conducción ventriculoatrial en una relación 1 a 1. Los intervalos RR más largos contienen una imagen irregular, que sigue a la onda T precedente, idéntica en las 3 ocasiones que aparece, lo cual excluye el diagnóstico de "ruido" o "artefactos" ajenos al registro y al paciente. Si se mide el tiempo entre la imagen descrita y el siguiente latido estimulado, se obtiene el intervalo RR programado (1 s), lo cual evidencia que el marcapasos está detectando ese fenómeno y reiniciando el conteo de tiempo, tal como siempre lo hace después de la detección de actividad espontánea. Se trata entonces de CPV trigeminadas, las cuales también muestran conducción retrógrada ventriculoatrial 1 a 1.



**ECG No. 22.** Tres derivaciones obtenidas de registro Holter. Arriba, intervalos VV (en ms) y la frecuencia cardiaca, calculada latido a latido (en lpm). Estimulación VVI a 70 lpm; después del quinto complejo QRS estimulado, aparece ritmo propio de complejos QRS anchos, con intervalos RR irregulares y de diferente morfología del QRS con respecto a los latidos estimulados precedentes. Estas características indican que se trata de fibrilación atrial con bloqueo de rama del haz de His; los 2 primeros latidos propios tienen espiga sin mayor cambio de morfología con respecto a los siguientes, por lo que se trata de **pseudofusiones**.



**ECG No. 23.** Marcapasos VVI, 60 lpm. Esta paciente fue referida con diagnóstico de "marcapasos disfuncionante" 24 horas después del implante. Si bien se observan "artefactos" que simulan espigas sin QRS, el ciclo RR programado se mantiene, tanto entre latidos estimulados (primera barra negra cuya duración es 1 s, arriba a la izquierda) así como entre latidos detectados, después de los cuales aparece un latido estimulado un segundo después (las otras 3 barras). El artefacto señalado con (\*) corresponde a la línea que inscribe el electrocardiograma para indicar el cambio de derivación; el señalado con (\*\*) no es generado por el marcapasos, porque no mantiene el ciclo programado (1 s); en cambio, el ciclo sí se mantiene entre el QRS que la precede y el siguiente latido estimulado. Los latidos estimulados en V1-3 son fusiones.

## Programador de marcapasos

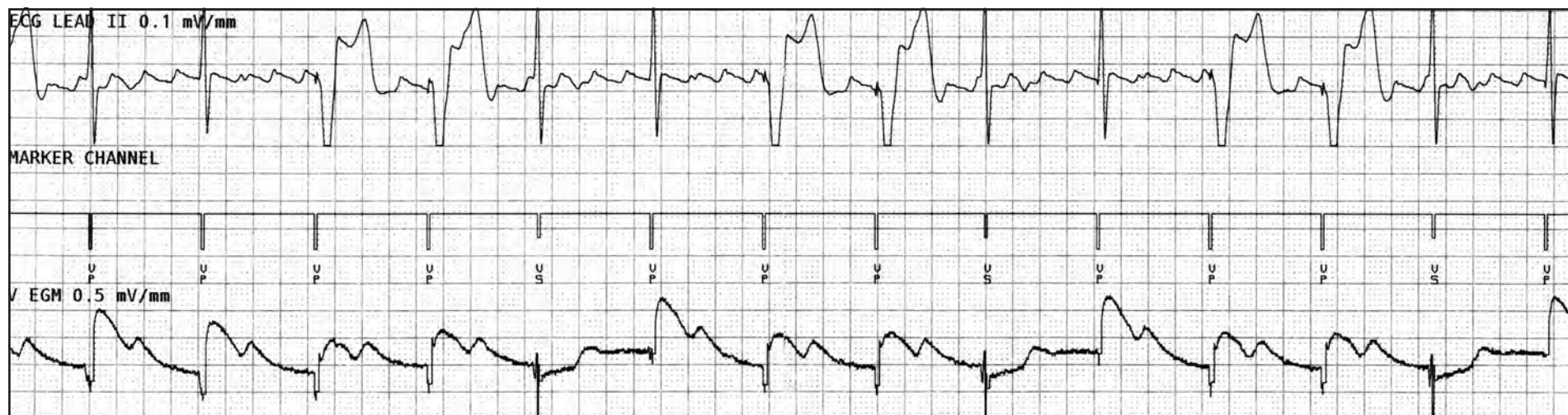
El programador de marcapasos  
Parámetros de estimulación y detección  
Información almacenada  
Pruebas  
Mediciones  
Ritmo subyacente

El programador es un computador que, mediante un dispositivo de lectura telemétrica colocado en la superficie corporal, permite leer los **parámetros de estimulación** y de **detección** instalados en el circuito integrado del marcapasos, de manera que, se puedan modificar según los requerimientos de cada paciente.

El programador permite realizar **pruebas** y otras mediciones en forma no invasiva. La estimación del umbral, consiste en cuantificar el mínimo voltaje capaz de producir un potencial de acción, el cual debe rondar un voltio. También se realiza la “inhibición de la estimulación” para valorar el ritmo propio del paciente. Durante estas pruebas, es posible obtener el electrograma endocavitario en tiempo real desde el electrodo; es decir, el potencial eléctrico miocárdico registrado localmente en la punta del electrodo. El programador, con base en estas señales, muestra “marcadores” que indican cómo el marcapasos interpreta cada una de las señales detectadas así como su propio desempeño.

Además se pueden realizar **mediciones** del voltaje de la batería y su resistencia, los cuales proporcionan un valor aproximado de su longevidad; los parámetros de estimulación en tiempo real (voltaje entregado, corriente y energía) y la resistencia del electrodo se relacionan con la integridad del electrodo (tanto del recubrimiento aislante como del filamento conductor) y por ende, a su adecuado funcionamiento.

También es posible recuperar la **información almacenada** por el marcapasos. Esta se divide en 2 grupos: primero, la información concerniente al dispositivo como el porcentaje del tiempo estimulado y el del tiempo detectado o el historial de la impedancia del electrodo, mostrados como gráficos y tablas; segundo, la información concerniente al paciente, tal como los histogramas de frecuencia cardiaca o eventos calificados como de “elevada frecuencia ventricular” según criterios preestablecidos. En algunos marcapasos, estos eventos almacenados, se grafican como secuencias de marcadores o como electrogramas endocavitarios. Esta información es valiosa en casos específicos para tomar decisiones tales como iniciar anticoagulación en un paciente dado, sospechar una taquiarritmia ventricular o una disfunción del marcapasos.

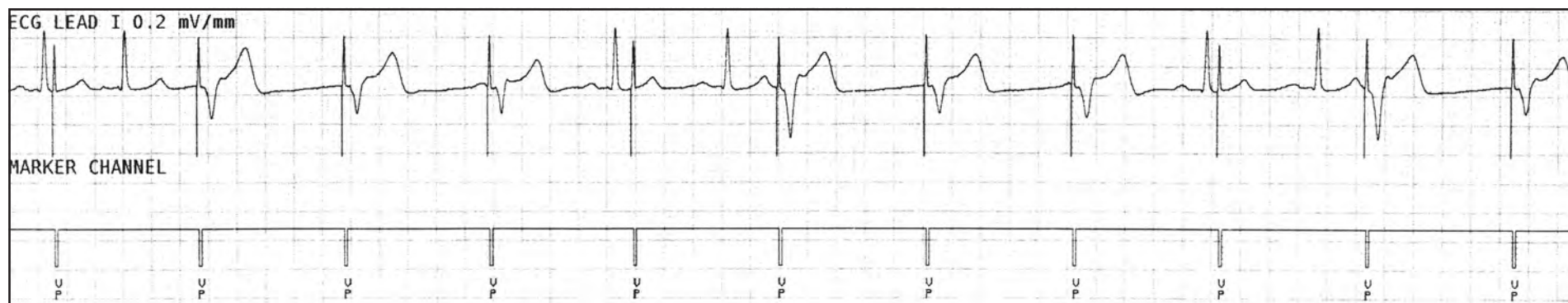


**ECG No. 24.** Marcapasos VVI. Mediante la utilización del programador, se puede corroborar el correcto desempeño del marcapasos. Arriba, derivación electrocardiográfica II; debajo, los marcadores, los cuales son siglas que el programador muestra para conocer la función que está ejecutando el marcapasos en ese momento o el evento que está detectando. "VP", *ventricular pacing (estimulación ventricular)* y "VS", *ventricular sensing (detección ventricular)*; abajo, el electrograma ventricular; es decir, el potencial eléctrico endocárdico registrado por el electrodo. En este caso, el ritmo de base es flúter atrial –según lo observado en la superficie– y la frecuencia ventricular es 75 lpm, cuyos latidos propios y angostos como VS. Después del segundo latido ventricular detectado, aparece ritmo de marcapasos (el tercer y cuarto complejo QRS, señalados como VP) al intervalo RR programado: 0,85 s. Algunos complejos QRS angostos son señalados con VP y en el electrograma son similares a los latidos estimulados, lo que indica que se trata de **fusiones**; en cambio, los latidos detectados tienen un morfología distintiva en el electrograma endocavitario.

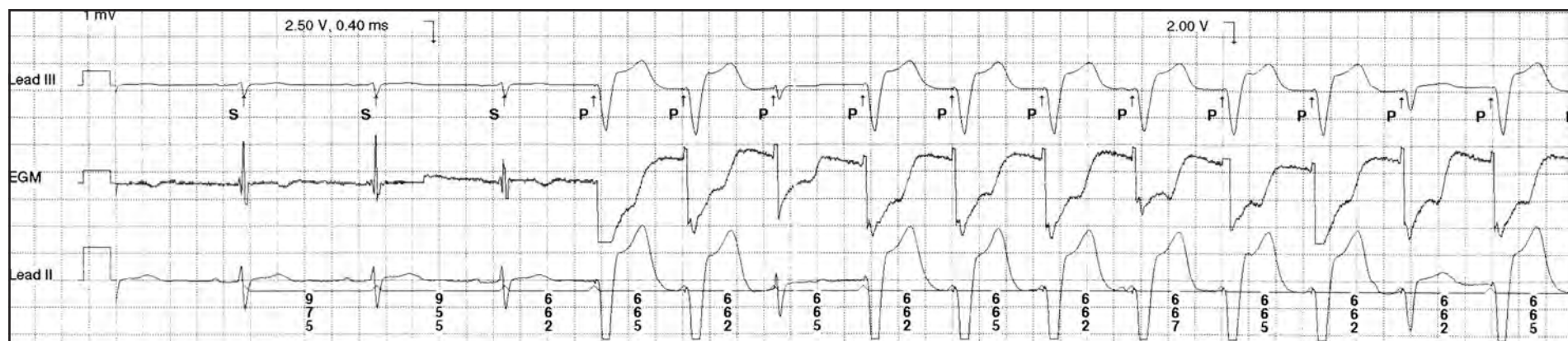


**ECG No. 25.** Derivación II. El marcador "P" indica *pacing* o estimulación; segunda línea, el electrograma endocavitario ventricular y abajo, el intervalo RR medido en milisegundos (ms), todos desplegados por el programador. En este caso, existe una pseudorelación atrioventricular 1 a 1, delatada por el intervalo PR variable, más evidente al final del trazado.



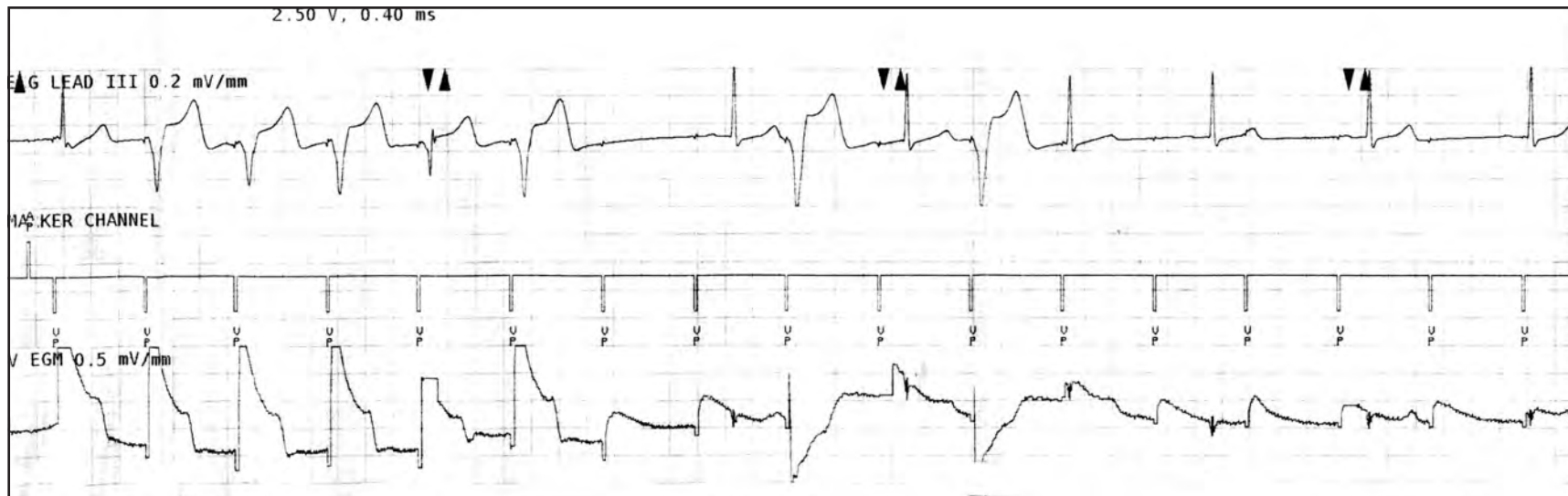
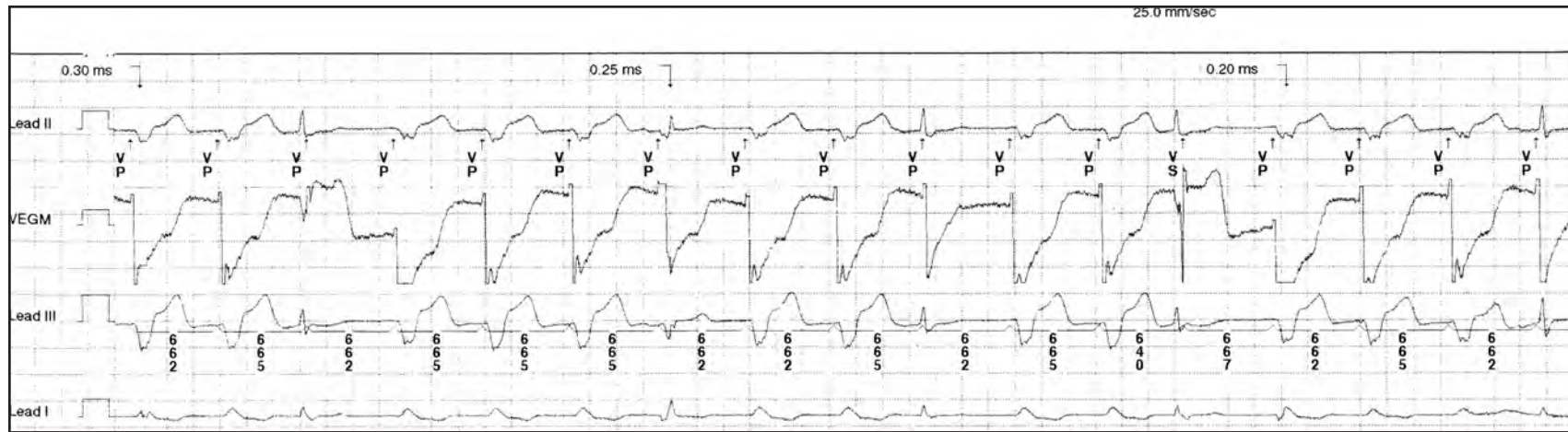


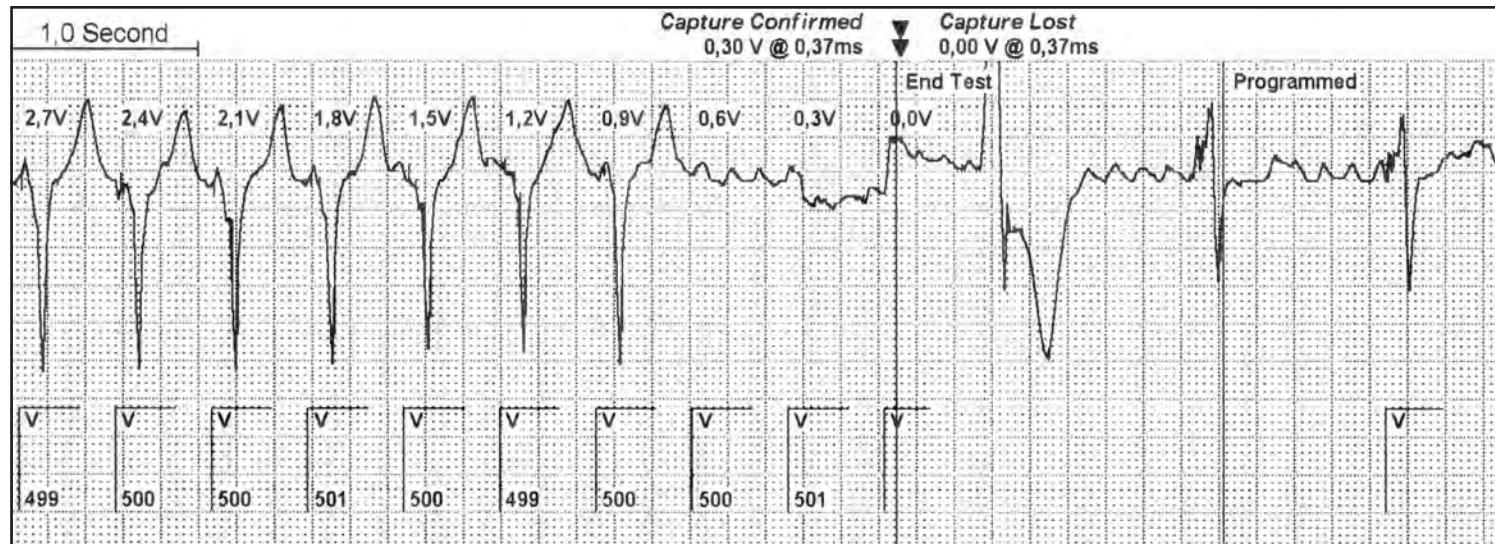
**ECG No. 28.** Derivaciones señaladas. En los marcapasos, la **función de imán** es asincrónica, porque se ejecuta estimulación ventricular sin detección (**modo VOO**). Por esta razón, las espigas aparecen sin ninguna influencia del ritmo propio, a una frecuencia fija. Las que aparecen coincidentemente durante el segmento ST y la onda T, no producen despolarización porque el miocardio está en período refractario; por lo tanto, no se falla de captura; en cambio, las que aparecen durante el período excitable de la fibra y se anticipan al ritmo propio, logran despolarizarla (VP).



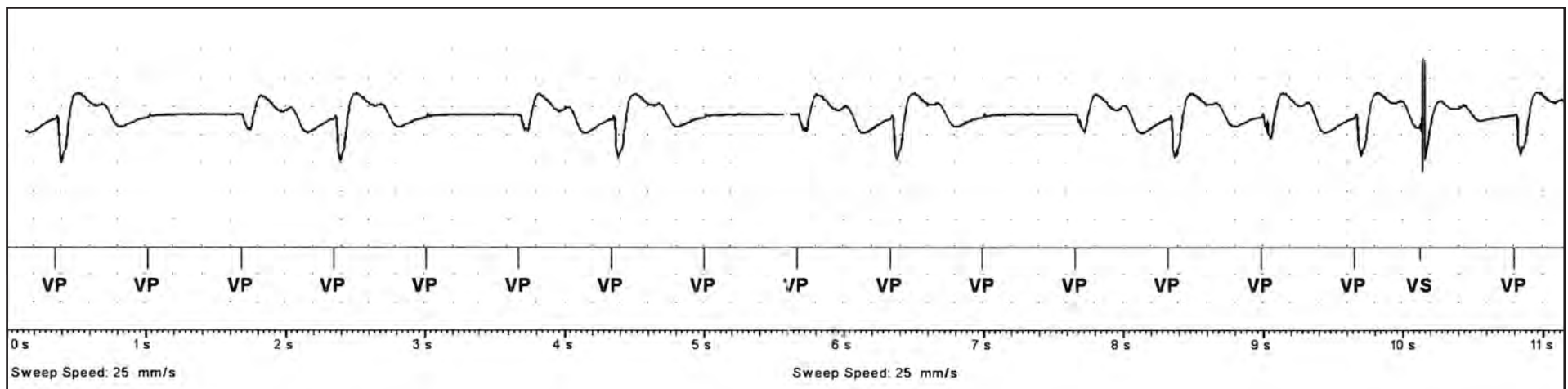
**ECG No. 29.** Derivaciones señaladas. El marcador "S" indica detección de ritmo propio ventricular. Mediante el programador, se inicia estimulación ventricular (P) a una frecuencia mayor que la espontánea y se va disminuyendo progresivamente el voltaje administrado, para conocer el mínimo voltaje capaz de producir una despolarización, esto es, el valor umbral de estimulación. Nótese la diferencia morfológica entre los latidos espontáneos y los estimulados, tanto en el electrocardiograma de superficie, como en el endocavitario. El tercer latido estimulado y el penúltimo, son complejos de fusión.



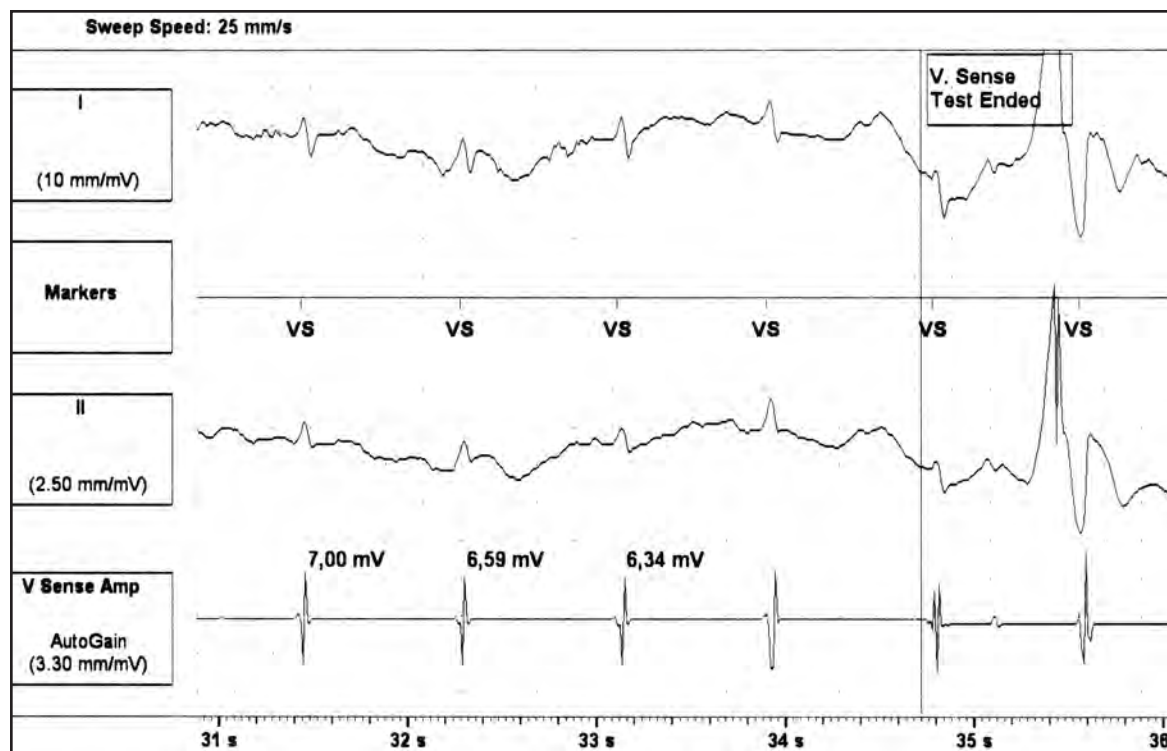




**ECG No. 32.** Derivación II y canal de marcas. Prueba de umbral con estimulación a 120 lpm y voltaje decremental. Dado que con 0,9 V existe captura ("V" con QRS) y con 0,6 V o menos no ("V" sin QRS), el umbral es 0,9 V. El ritmo de base es fibrilación atrial; el primer latido que aparece es espontáneo y de QRS ancho y los otros 2 son estimulados (V), a una frecuencia de 60 lpm y de morfología similar pero no idéntica a los anteriores, por lo que posiblemente estos sean complejos QRS de fusión.



**ECG No. 33.** Derivación II de superficie y canal de marcas. Prueba de umbral a 90 lpm y voltaje decremental (VP). Con 1,0 V, se presenta la inusual situación en la que el estímulo encuentra un bloqueo de salida con periodicidad de Wenckebach en grupos de 3 latidos. El primer estímulo logra captura ventricular; el segundo también, pero con diferente morfología del QRS –el cual puede traducir bloqueo parcial en algún sitio cercano al extremo distal del electrodo– y el tercero no captura. En este punto debe considerarse el umbral. El penúltimo latido es un latido propio ventricular, adecuadamente detectado (VS).

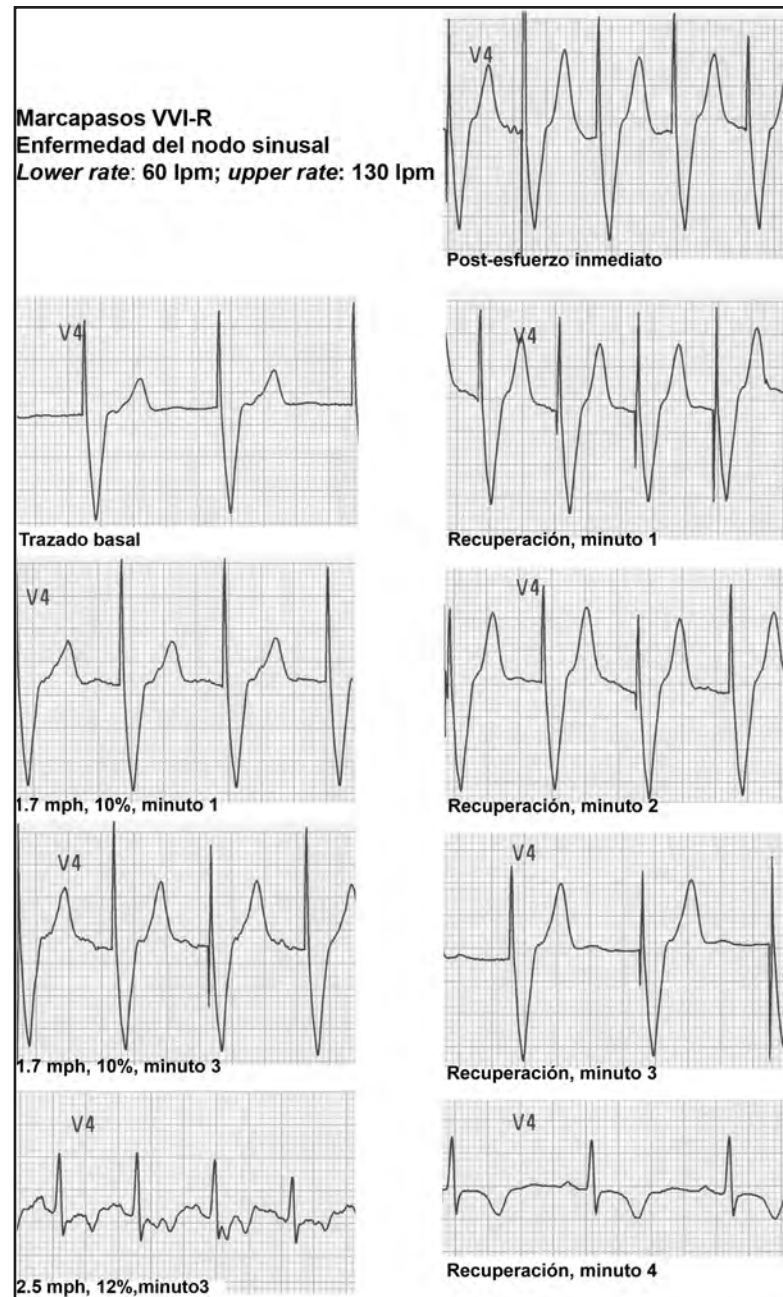


**ECG No 34. Prueba automática de sensibilidad.** Derivación I, canal de marcas, derivación II y el electrograma endocavitario ventricular. El marcapasos automáticamente va disminuyendo su capacidad de detección aumentando el “umbral de detección”: por debajo de 6,34 mV no cuantifica la señal endocavitaria, lo cual indica que se debe programar la sensibilidad por debajo de ese valor; si se programa p.ej., en 8 mV, el marcapasos será incapaz de detectar el ritmo propio de este paciente, puesto que, este ronda los 7 mV. Esta función es útil en pacientes con bradicardia intermitente, de forma que se detecte adecuadamente el ritmo propio la mayor parte del tiempo posible.

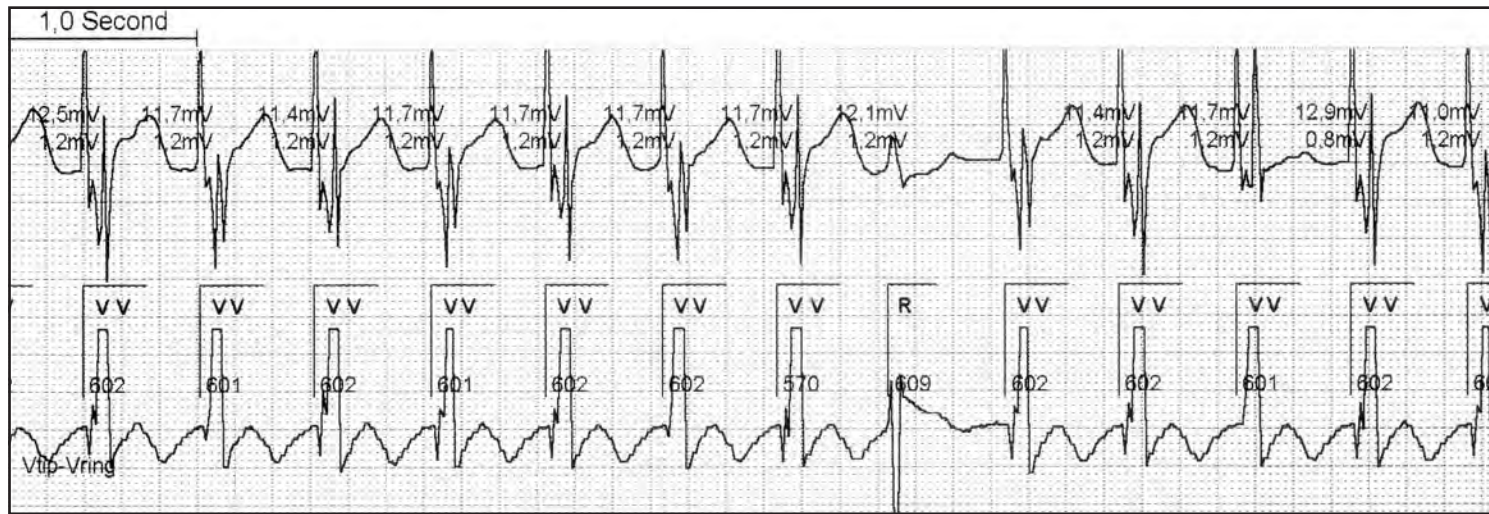


**ECG No. 35.** Derivaciones señaladas. Marcapasos VVI. Después del segundo latido estimulado (P), se **inhibe la estimulación** para valorar el ritmo de base, propio del paciente; en este caso, bloqueo atrioventricular completo con ritmo de escape de complejos angostos a unos 42 lpm. Se observan ondas P disociadas del ritmo idioventricular, el cual es detectado y señalado con “S”.

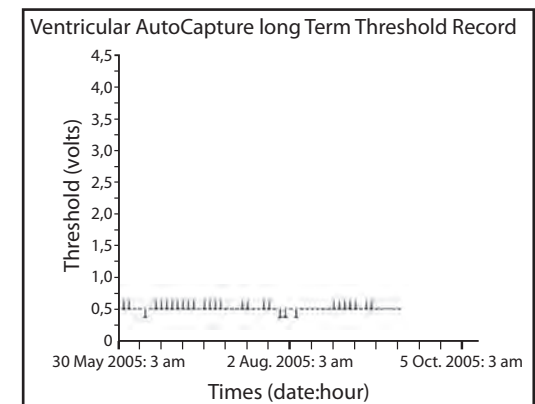
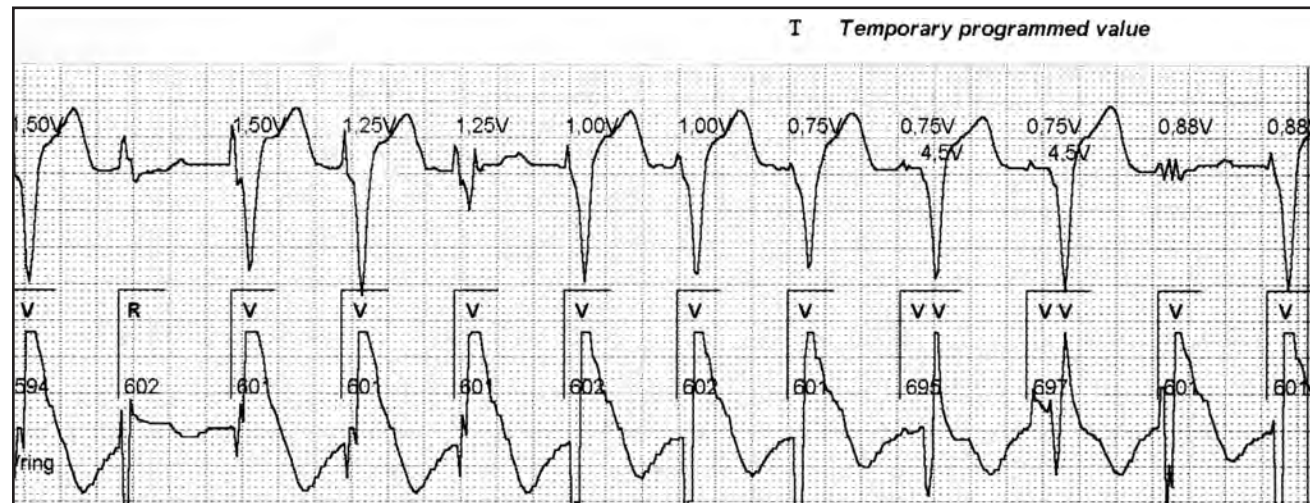
## Funciones especiales



**ECG No. 36.** Derivación V4 periférica. **Respuesta en frecuencia.** Se observan diferentes períodos de una prueba de esfuerzo realizada con protocolo de Bruce. Obsérvese que a medida que transcurre el ejercicio, se incrementa la frecuencia cardíaca determinada por el marcapasos, en forma relativamente proporcional al ejercicio realizado. Existen diferentes tipos de sensores que determinan esta respuesta cronotrópica al movimiento. En el máximo esfuerzo (2,5 mph, min 3, abajo), el marcapasos detecta el ritmo propio sinusal y se inhibe; en el postesfuerzo inmediato, como consecuencia de la insuficiencia cronotrópica de este paciente, se reanuda la estimulación por el marcapasos. El decremento cronotrópico también es proporcional al período de recuperación del esfuerzo y en el minuto 4 de esta etapa, reaparece ritmo propio sinusal. La frecuencia de reposo ("lower rate") y la frecuencia máxima deseada ("upper rate limit") son programables, de acuerdo con la edad y nivel de actividad física habitual del paciente.



**Medición automática del umbral.** El dispositivo realiza en forma automática, a intervalos programados, estimaciones del umbral de captura ventricular. Y discrimina si existió captura o no, con base en la detección del potencial evocado que sigue al envío de la espiga; entonces, determinado el umbral, agrega un margen de seguridad al valor obtenido y lo establece como voltaje de salida o "output" hasta la siguiente estimación del umbral. Con el uso del programador, se pueden realizar mediciones del potencial evocado (ECG No. 37, arriba), los cuales se miden en milivoltios (mV) y se señalan con VV. El marcador R indica la presencia de un latido espontáneo. También es posible realizar una estimación manual del umbral bajo esta modalidad (ECG No. 38, abajo). El voltaje de salida va disminuyendo progresivamente: con cada estímulo, se obtiene un complejo QRS (señalado como "V"); en el momento en que no se logre "captura", se envía un "estímulo de seguridad" de 4,5 V (señalado con VV) con el fin de evitar pausas o bradicardia sintomática. En este caso, establecido el umbral en 0,75, se programa también automáticamente una salida de 0,88 V, hasta la próxima vez que el marcapasos vuelva a realizar esta prueba.



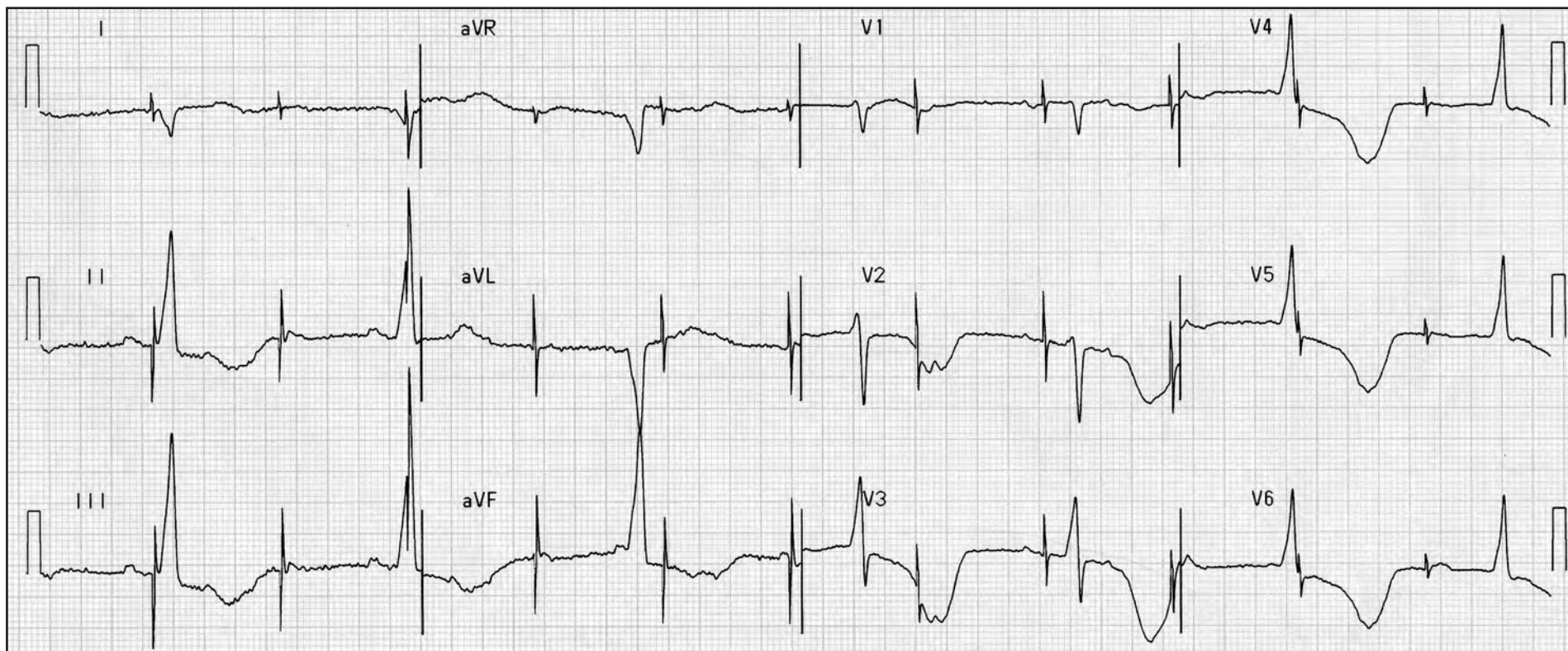
**Fig. 3.** Tendencia del umbral de captura, valorado automáticamente por el dispositivo en un intervalo de tiempo. El umbral es cuantificado cada 8 horas y se promedia cada 48 horas los valores obtenidos. La gráfica muestra este promedio (valor medio y su desvío estándar); este paciente tiene valores de umbral menores de 1 V y muy estables a través del tiempo, que es lo deseable.

## Fallas en el funcionamiento de los marcapasos unicamerales

Dadas sus 2 funciones fundamentales, en los marcapasos unicamerales pueden existir fallas en la captura y fallas en la detección. Las fallas en la captura se caracterizan por la aparición de espigas sin el respectivo complejo QRS ancho. Es importante recordar que si la espiga aparece durante el período refractario, se trata de falla en la detección y no en la captura, debido a que durante dicho período, normalmente es imposible desencadenar una despolarización miocárdica.

Por otro lado, las fallas en la detección, pueden ocurrir por sobredetección o por subdetección. En el primer caso, se observará inhibición de la estimulación por señales propias del paciente, tales como la onda P

o la onda T o miopotenciales diafragmáticos o pectorales; o bien, señales externas que ocasionan interferencia electromagnética. El ejemplo clásico de esta última, es el uso del electrobisturí en el cual, los potenciales eléctricos generados por el instrumento son interpretados como actividad propia del paciente, por tanto, el marcapasos se inhibe. En el cardiodesfibrilador, la respuesta es la contraria: dichos potenciales son interpretados como una taquiarritmia ventricular, por lo que, el dispositivo administra una terapia, en este caso, inadecuada. En el segundo caso, se observará la inscripción de la espiga antes del intervalo esperado o durante eventos propios del paciente.



**ECG No. 39. Falla de captura.** Doce derivaciones estándar. Se observan espigas sin QRS, lo que indica falla de captura. Las 2 causas más frecuentes son el desplazamiento del electrodo –usualmente en los días cercanos al implante– y el incremento del umbral debido al tejido de cicatrización alrededor de la punta del electrodo –días o semanas después del implante. Si el marcapasos tiene varios años de funcionamiento y pierde captura, ocurre por cambios agudos en la excitabilidad del miocardio (isquemia, trastorno hidroelectrolítico, traumatismo), por polarización del tejido circundante, lo cual deteriora la excitabilidad miocárdica o bien, por daño del electrodo; caso en el cual, la impedancia es anormal. Dependerá de la causa, la decisión de reposicionar o reemplazar el electrodo. En este caso, el primer latido aparenta ser una captura, pero se trata de ritmo idioventricular espontáneo cuyo intervalo QT está severamente prolongado debido a la bradicardia, lo que refleja una alteración significativa de la repolarización ventricular y por ende, elevado riesgo para la aparición de taquicardia ventricular polimórfica o “torsión de puntas”

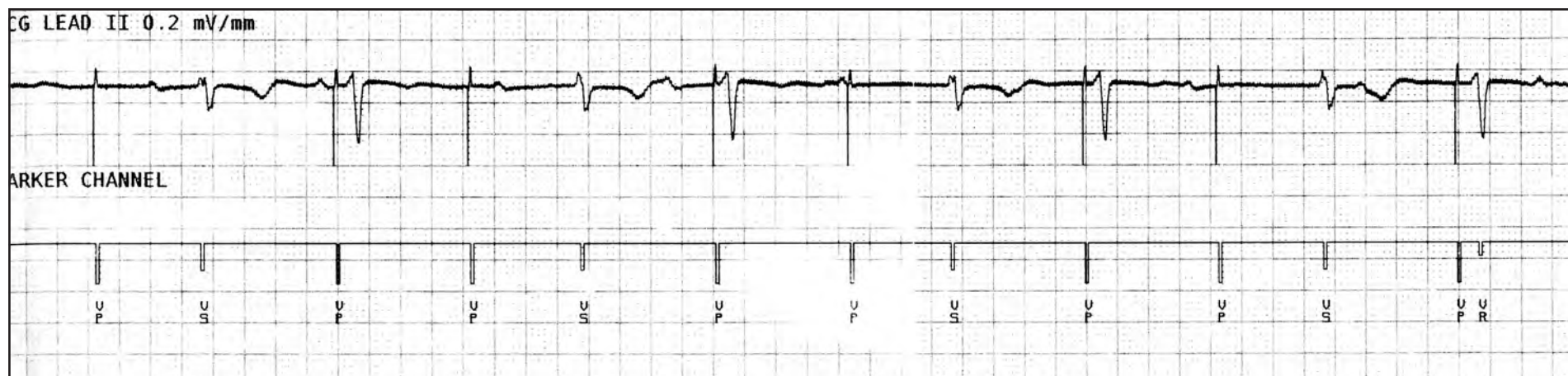


**ECG No. 40. Falla de captura.** Derivación II. El electrodo se implantó en el tracto de salida del ventrículo derecho. Horas después del implante, se observa falla de captura (espigas sin QRS) y también de detección: la segunda espiga se inscribe durante el período refractario (el segmento ST); es decir, tampoco fue detectado este complejo. La falla simultánea de captura y de detección, sugiere que el electrodo se encuentra "flotando" en el VD y debe volver a colocarse bajo control fluoroscópico. El ritmo de base es sinusal, con bloqueo AV de segundo grado tipo "Wenckebach".



**ECG No. 41. Falla de captura.** Dos derivaciones de registro Holter. Los primeros tres latidos son sinusales; aparece una CPV después de la cual, cumplido el ciclo RR programado, aparece una espiga –sobre la onda P– que no es seguida de una despolarización ventricular de QRS ancho, sino que se inscribe un complejo sinusal (fusionado con otra CPV). En el siguiente latido, ocurre el mismo fenómeno; en los últimos, también sinusales, ya no se observan espigas porque la frecuencia espontánea es mayor que la programada en el marcapasos, por lo tanto, este se inhibe.



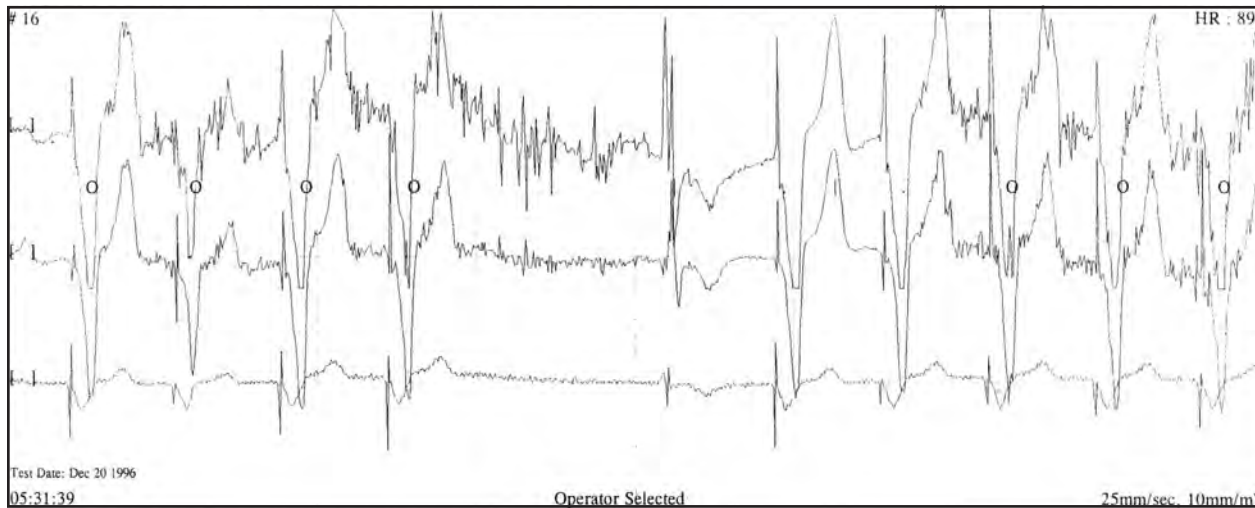


**ECG No. 42. Falla de captura.** Derivación II y canal de marcadores. Después de la primera espiga sin QRS, aparece un latido propio de complejo QRS angosto, seguido de otra espiga y un complejo QRS angosto también, aunque diferente al primero, secuencia que se repite cíclicamente. Puede pensarse que la segunda espiga, cuyo intervalo espiga-QRS es largo, logra despolarizar al miocardio; pero, el último marcador "VR" indica que el marcapasos está detectando –y no estimulando– un evento ventricular durante su período refractario. Al inhibirse la estimulación con el programador (**ECG No. 43**, abajo, las mismas derivaciones), se observa bloqueo AV completo con disociación AV y se confirma que se trata de un ritmo de escape idioventricular con bigeminia ventricular, la cual es deficientemente detectada.

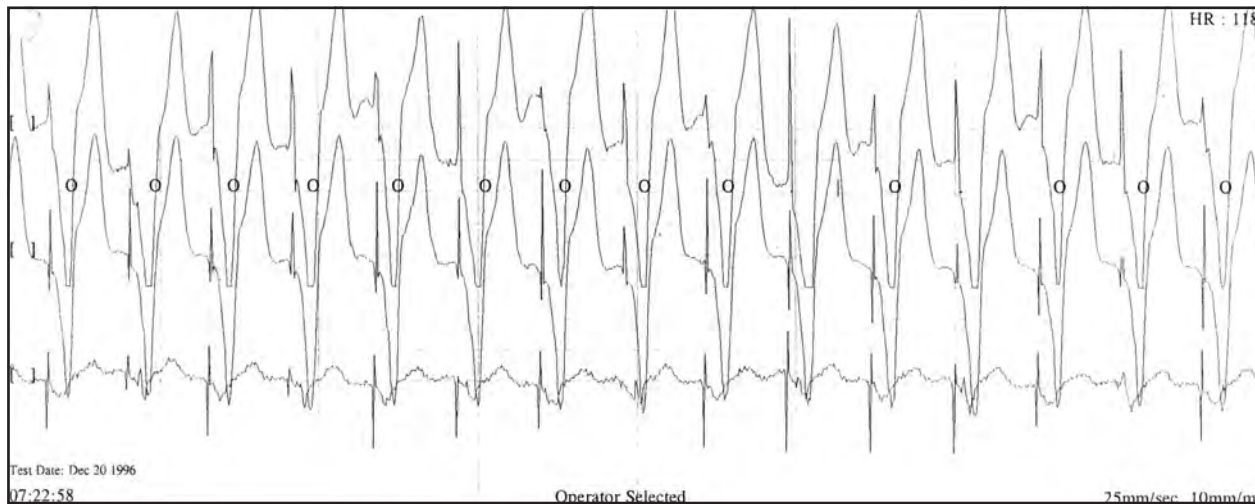




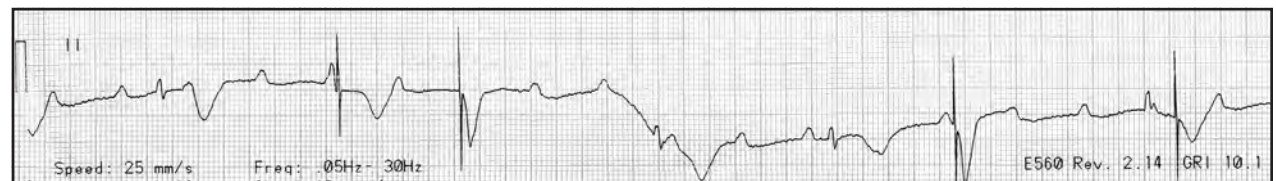
**ECG No. 44. Falla de captura y detección.** Seis derivaciones del plano frontal. El primer latido es un complejo ventricular (QRS ancho sin onda P) cuyo intervalo QT está severamente prolongado; este latido no es detectado puesto que 0,6 s después aparece una espiga –sin captura–; la actividad atrial está disociada de la ventricular. Luego, otro latido ventricular, también con QT prolongado; se inscribe una espiga durante la onda T (período vulnerable), lo que induce una taquicardia ventricular polimorfa que no es detectada por el marcapasos (las espigas siguen apareciendo al intervalo RR programado, probablemente por “reversión de ruido”). La taquicardia se autolimita, una espiga coincide con un latido espontáneo (fusión) y el siguiente estímulo logra capturar el miocardio, pero con un intervalo QT extremadamente prolongado, lo cual permite que se reinicie otro episodio de TV polimorfa que tampoco es detectada. La bradicardia extrema prolonga el intervalo QT, lo que predispone a que aparezca esta “taquicardia ventricular polimorfa dependiente de bradicardia”, la cual conlleva riesgo de muerte súbita. Esta doble disfunción sugiere desplazamiento del electrodo.

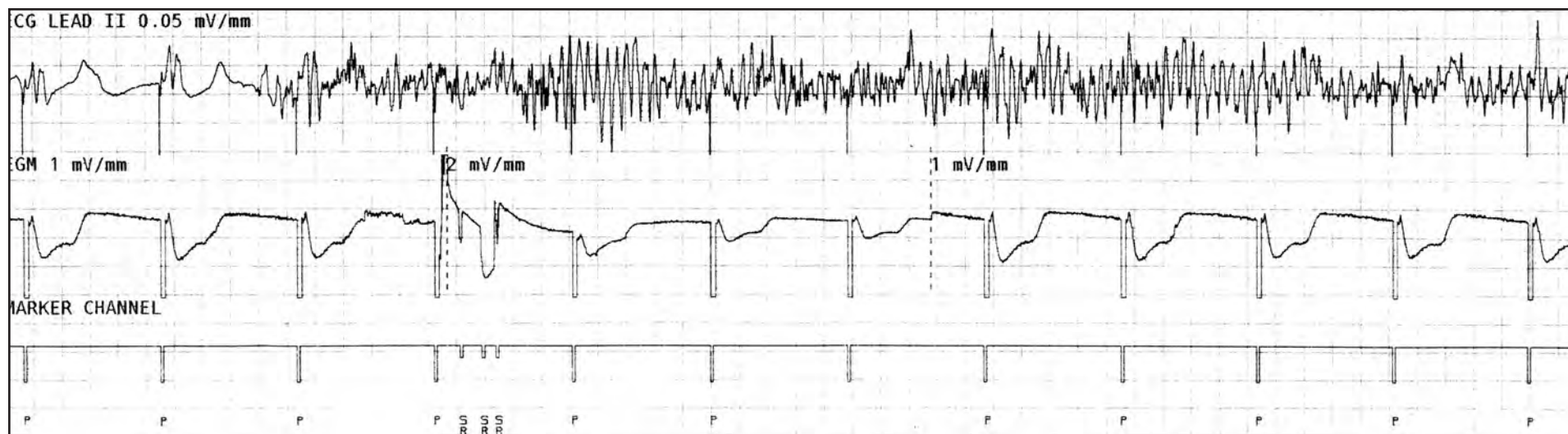


**ECG No. 45. Sobredetección.** Paciente masculino de 17 años a quien se le colocó un marcapasos VVI epicárdico unipolar hace 12 años, con reemplazo del generador hace 6 años; consulta por varios episodios de lipotimia. Tres derivaciones de superficie obtenidas de registro Holter; en el recuadro superior, se observa inhibición de la estimulación después del cuarto latido con espiga, debido a los potenciales de alta frecuencia, observados principalmente en el primer canal, probablemente miopotenciales originados en el músculo esquelético. Sigue un latido de escape de QRS angosto y onda T negativa y luego, se reinicia la actividad estimulada. Esta inhibición de la estimulación puede ocurrir por el uso del circuito de detección en configuración unipolar, en el cual, potenciales extracardiacos ingresan al sistema de detección y son erróneamente interpretados como señales miocárdicas; o bien, puede observarse si ocurre daño en el aislamiento del electrodo o en la integridad del conductor metálico. Abajo, en otro momento, ritmo de marcapasos con respuesta en frecuencia, con adecuada captura.



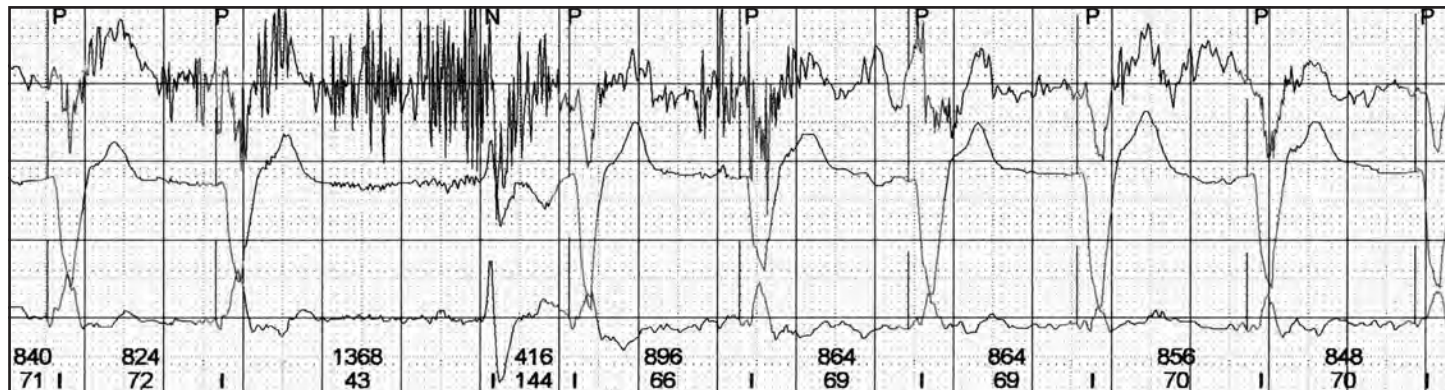
**ECG No. 46.** El paciente del ECG anterior. Derivación II de superficie. Se observa ausencia de estimulación, a pesar de presentar bradicardia. Eso sugiere sobredetección de algún tipo de señal, probablemente extracardiaca, la cual induce inhibición de la estimulación. Si fuera falla de captura, se deberían observar espigas sin QRS. Si fuera un señal de origen cardiaco, se debería observar una onda P u onda T responsable del hecho, a un intervalo predecible. La primera espiga aparece durante el período refractario (subdetección) razón por la que no existe captura. Las siguientes dos espigas visibles sí producen despolarización ventricular.





**ECG No. 47.** El paciente del ECG anterior. Derivación II, el electrograma ventricular y el canal de marcas. Durante la interrogación del marcapasos y realización de compresión con ambos puños (“*handgrip*”), aparecen señales de alta frecuencia (electrograma pectoral o abdominal) en el ECG de superficie, el cual es detectado en un inicio y marcado varias veces como “SR”; es decir, detección de señales durante el período refractario. Por ocurrir en este período, el marcapasos no se inhibe, y se mantiene el ciclo de estimulación (P) constante. En otro momento (**ECG No. 48**, abajo, las mismas derivaciones), aparece una señal visible en el electrograma que es detectada dos veces consecutivas (S y SR, al centro), la segunda durante el período refractario (SR); la primera reinicia (en inglés “*reset*”) el ciclo RR programado, evidenciado por el intervalo entre “S” y la siguiente espiga (P), idéntico al intervalo RR programado. En vista de esta doble sobredetección, al paciente se le implantó un marcapasos DDD endocárdico en reemplazo del anterior.

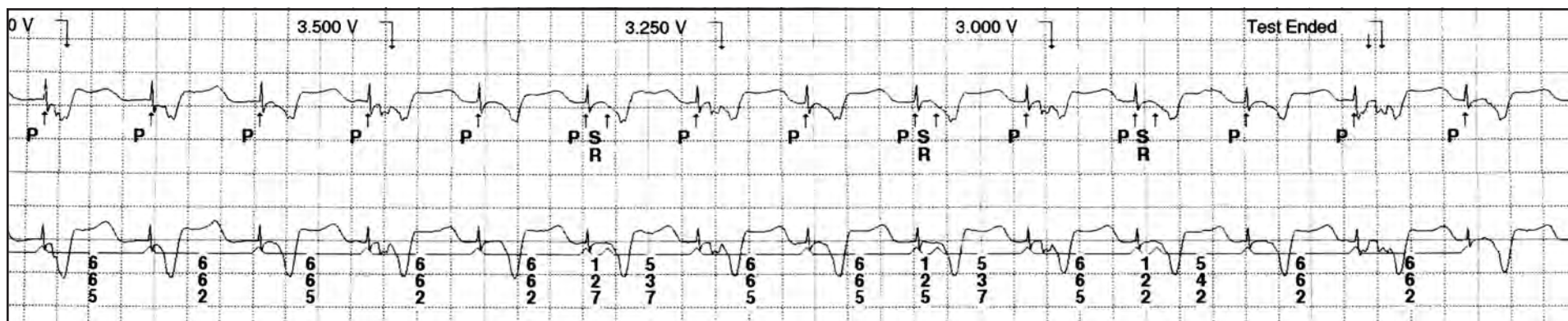




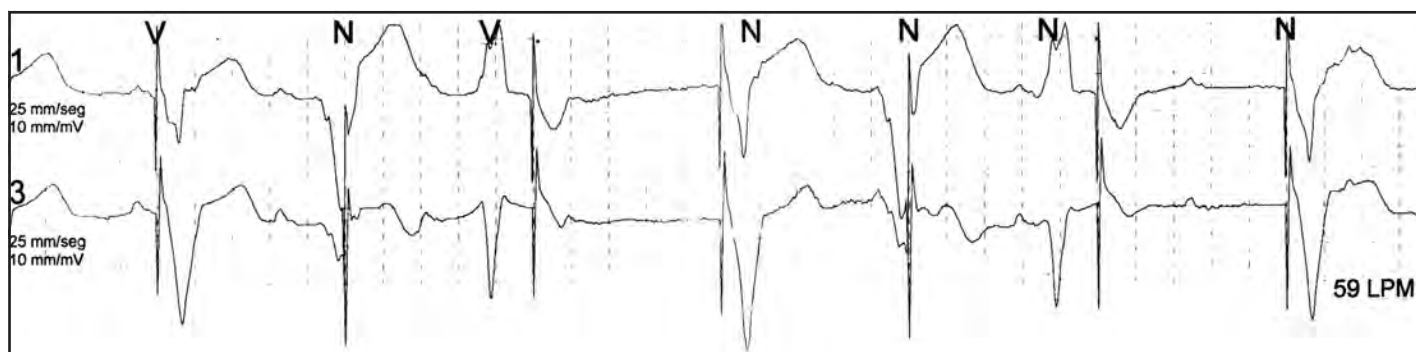
**ECG No. 49. Sobredetección.** Tres canales obtenidos de registro Holter. Ritmo de marcapasos VVI (RR promedio=840 ms); las señales de alta frecuencia, visibles en el canal superior, inhiben inapropiadamente al marcapasos, el cual deja de enviar espigas. Aparece entonces un latido sinusal de escape a un intervalo RR de 1368 ms, que no es detectado y reaparece ritmo de marcapasos. En los marcapasos cuya detección es en configuración bipolar como en este caso, es menos probable que señales eléctricas extracardiacas (miopotenciales) o extracorporales (diferentes fuentes de interferencia electromagnética) invadan el circuito del marcapasos y se interpreten equivocadamente como señales propias intracardiacas. Por lo tanto, debe considerarse la presencia de daño en el material de aislamiento del electrodo, lo cual permite el ingreso de señales extracardiacas y el escape de corriente; esta última, es sugerida por la disminución de la impedancia. Por el contrario, el daño en la integridad del filamento conductor eleva la impedancia al paso de la corriente.



**ECG No. 50. Sobredetección.** Tres derivaciones de superficie, registradas con el programador. Ritmo de marcapasos VVI con pseudorelación AV 1 a 1. El retardo de la conducción intraventricular que toda estimulación ectópica induce, produce en este caso, un doble conteo de una misma despolarización ventricular. La dirección divergente del QRS, visible en el canal del centro, sugiere que el impulso, una vez iniciada su dispersión por el miocardio (VP) alejándose del lugar de origen –la punta del electrodo–, rápidamente cambia su dirección hacia él y este lo detecta como si fuera un evento espontáneo (S). Este marcador se grafica en un recuadro negro para indicar que el evento se ha detectado durante el período refractario del marcapasos, de manera que el evento no reinicia el ciclo RR programado. En este caso, si se desea eliminar esta disfunción, una alternativa es disminuir la sensibilidad: a mayor valor programado, el marcapasos es menos capaz de detectar señales propias del paciente. Este doble conteo de un solo evento ventricular, es de particular importancia durante el funcionamiento de un desfibrilador implantable.



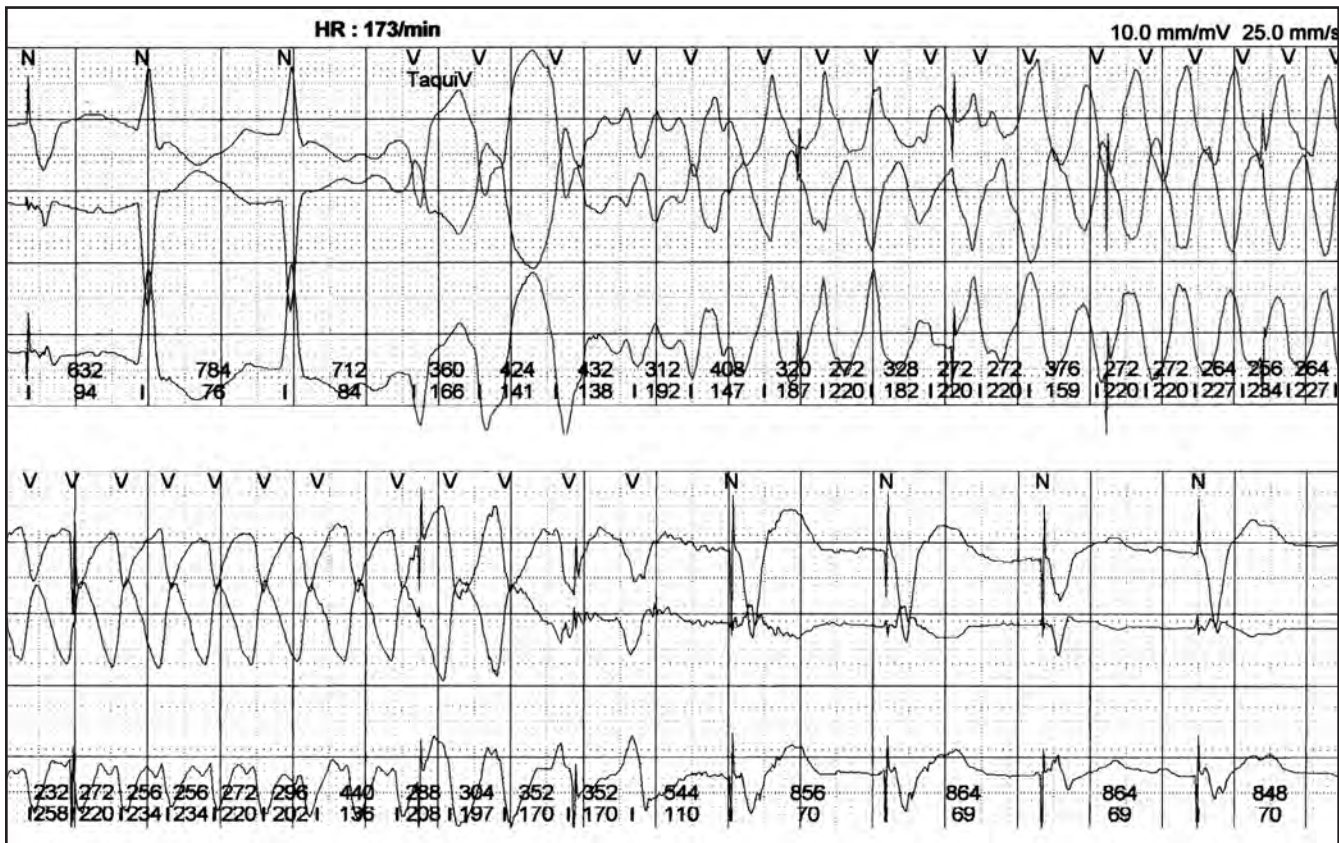
**ECG No. 51. Sobredetección de la onda T.** Dos derivaciones de superficie e intervalos VV. Durante la prueba de umbral, en la cual se disminuye progresivamente el voltaje administrado, aparece en forma intermitente el marcador "SR", el cual indica detección o *sensing*, durante el período refractario ventricular; en este caso, sobredetección de la onda T, como si fuera una despolarización ventricular. Dado que el fenómeno ocurre durante este período, no produce disfunción del dispositivo. Si ocurriera fuera de ese período, el marcapasos volverá a recalcular el intervalo RR programado. En un cardiodesfibrilador, esta situación produce el diagnóstico erróneo de taquicardia o fibrilación ventricular y la consiguiente administración de una "terapia inadecuada".



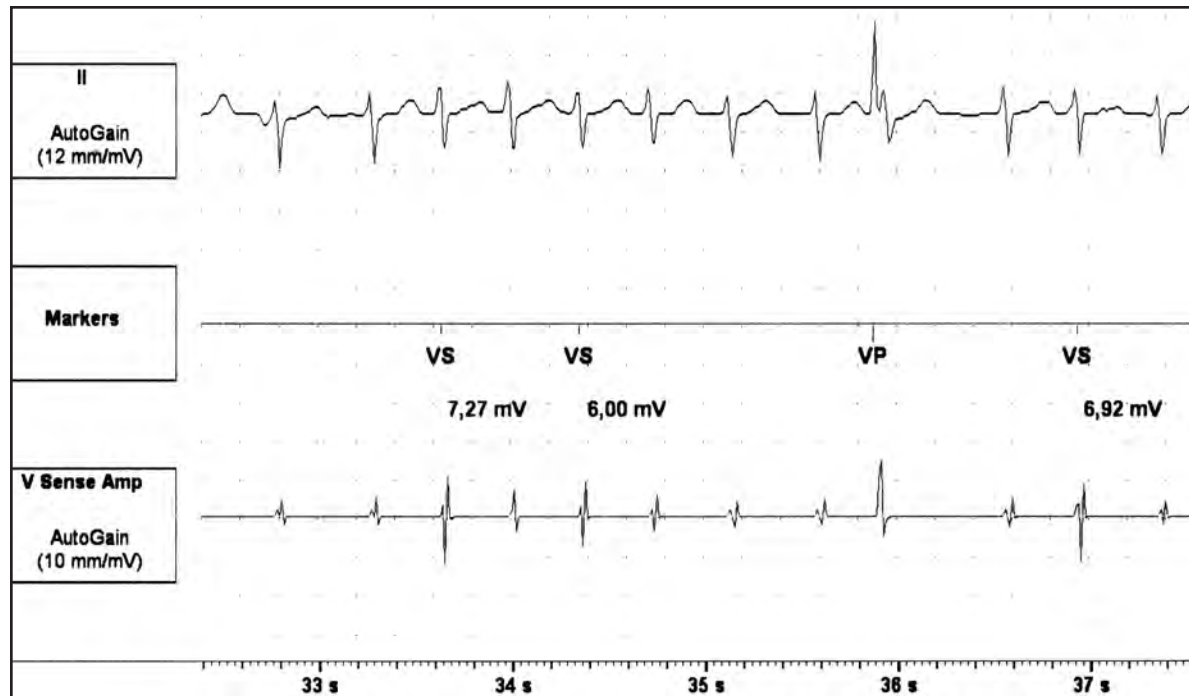
**ECG No. 52. Subdetección.** Dos derivaciones obtenidas de registro Holter. El primer latido es un latido estimulado con adecuada captura, pero la segunda espiga aparece durante la inscripción del complejo QRS espontáneo (que es ancho) el cual no fue adecuadamente detectado. El siguiente latido espontáneo (también de QRS ancho) es prematuro y tampoco es detectado: la espiga se inscribe durante el período refractario, por lo cual, no genera despolarización. El cuarto latido es estimulado, y luego se repite una secuencia similar a la anterior. De no resolverse esta disfunción con el incremento de la sensibilidad, deberá recolocarse el electrodo.



**ECG No. 53. Subdetección.** Dos derivaciones obtenidas de registro Holter. Paciente portador de marcapasos VVI indicado por bloqueo AV completo congénito. El tercer latido es un complejo QRS angosto de origen nodal o "unional", el cual no es detectado. Por tal motivo, aparece la espiga transcurrido el intervalo RR programado sobre el segmento ST de este complejo; no se produce captura por encontrarse el tejido en período refractario. El siguiente es un latido de fusión y los siguientes, complejos QRS estimulados con adecuada captura. La actividad atrial está disociada de la ventricular; en este caso, es ideal implantar un marcapasos bicameral, ya que está preservado el ritmo sinusal. Si solo se presenta en esta forma y ocurre de manera esporádica, como en este caso, este tipo de disfunción es benigna y no amerita mayor corrección.



**ECG No. 54. Subdetección.** Tres derivaciones electrocardiográficas, obtenidas mediante registro Holter. Arriba, el primer complejo es estimulado, los 2 siguientes son latidos propios con intervalo QT marcadamente prolongado e inducción espontánea de una taquicardia ventricular polimórfica, no detectada por el marcapasos pues este sigue enviando espigas al ciclo RR programado. Abajo, la taquiarritmia termina espontáneamente y se reinicia la estimulación ventricular.



**ECG No. 55. Subdetección.** Una derivación de superficie, canal de marcas y electrograma ventricular. Durante una prueba de inhibición para valorar ritmo propio, se observa fibrilación atrial en la cual, la amplitud del QRS es variable, también reflejada en el electrograma, debido a cambios en la polaridad del vector de despolarización ventricular. Esto determina que no se detecten todas las despolarizaciones: se inscribe VS (detección ventricular o “ventricular sensing”), solo en algunos latidos. De hecho, como no existe detección de la actividad espontánea, el marcapasos envía una espiga (VP) que consigue una despolarización ventricular, después continúa el ritmo ventricular inadecuadamente detectado.

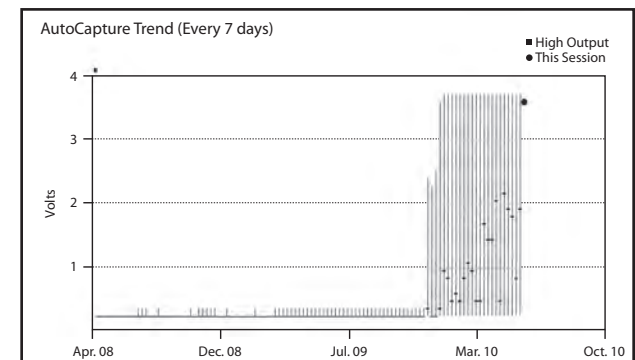
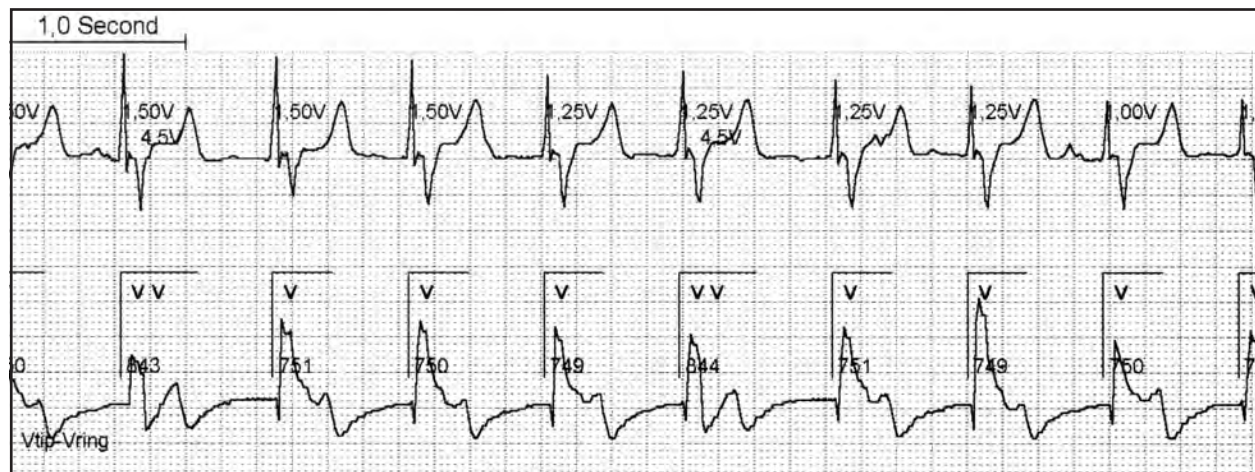
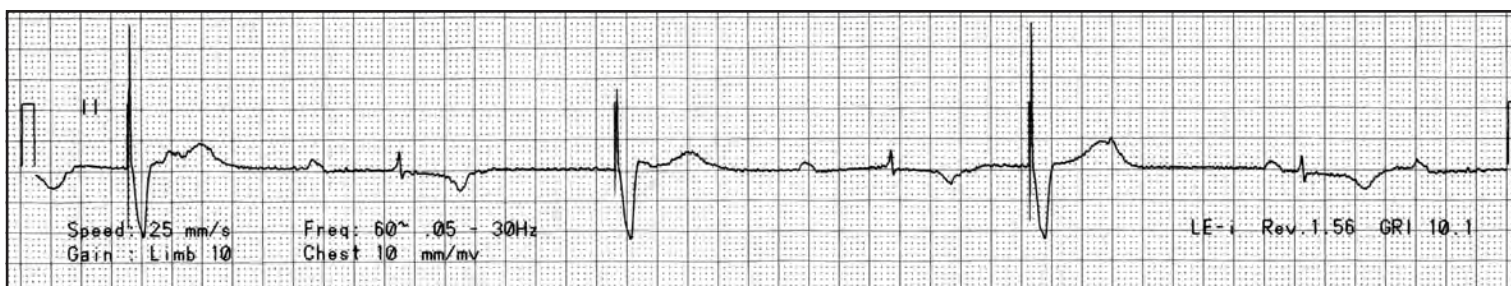


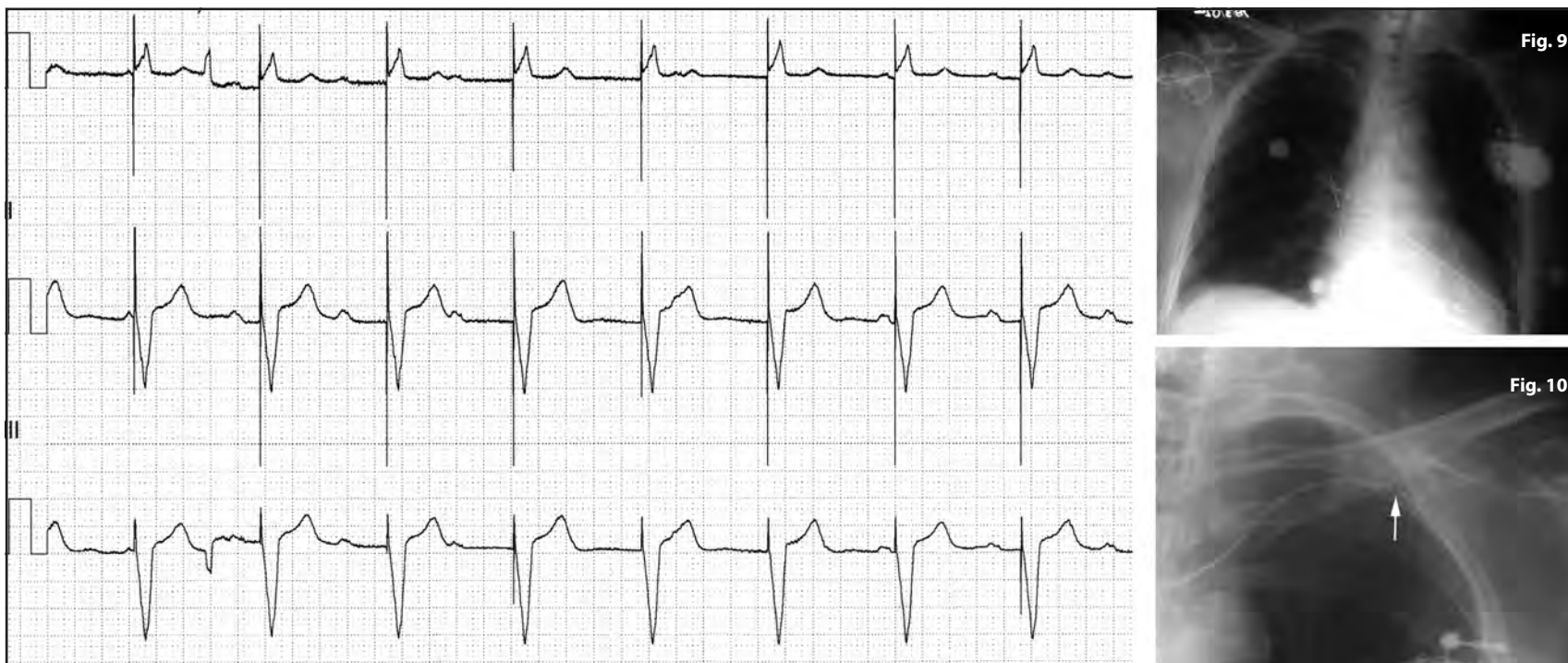
Fig. 8

**ECG No. 56. Subdetección.** Una derivación de superficie, canal de marcas y electrograma ventricular. Durante la prueba de determinación automática del umbral, se observan voltajes decrecientes sin pérdida de captura. Sin embargo, en el segundo y sexto latidos, el marcapasos no detecta el potencial evocado y envía un “estímulo de seguridad” de 4.5 V –voltaje señalado arriba– y mostrado como “VV” en el canal de marcas. La gráfica de la derecha (**Fig. 8**) muestra un caso en el cual, después de un período de tiempo con valores de umbral relativamente estables, aparecen valores no concordantes con la realidad, lo que puede deberse a esta situación. Si se presenta con frecuencia, es aconsejable no programar dicha función y hacerlo manualmente en forma periódica.

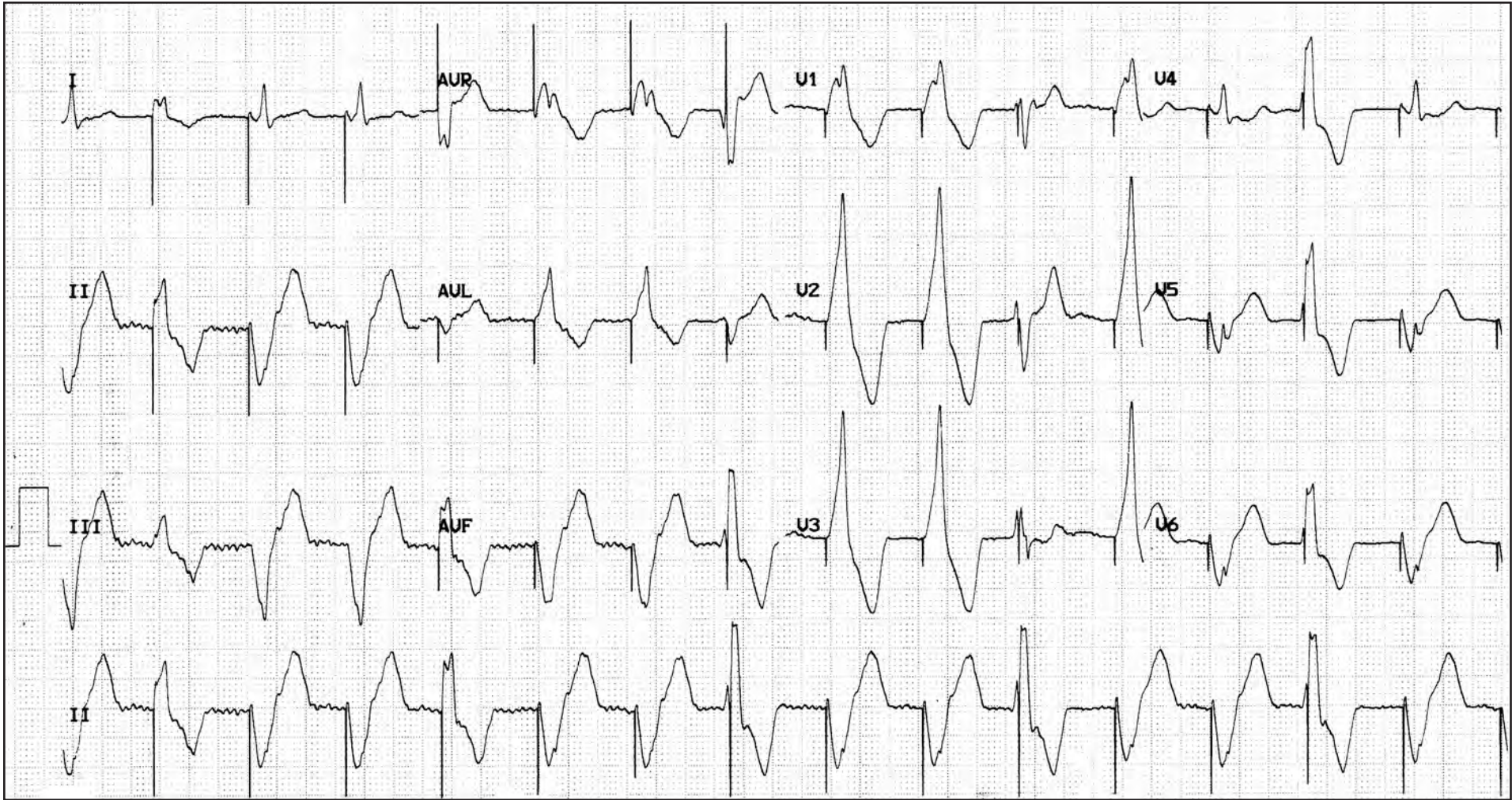




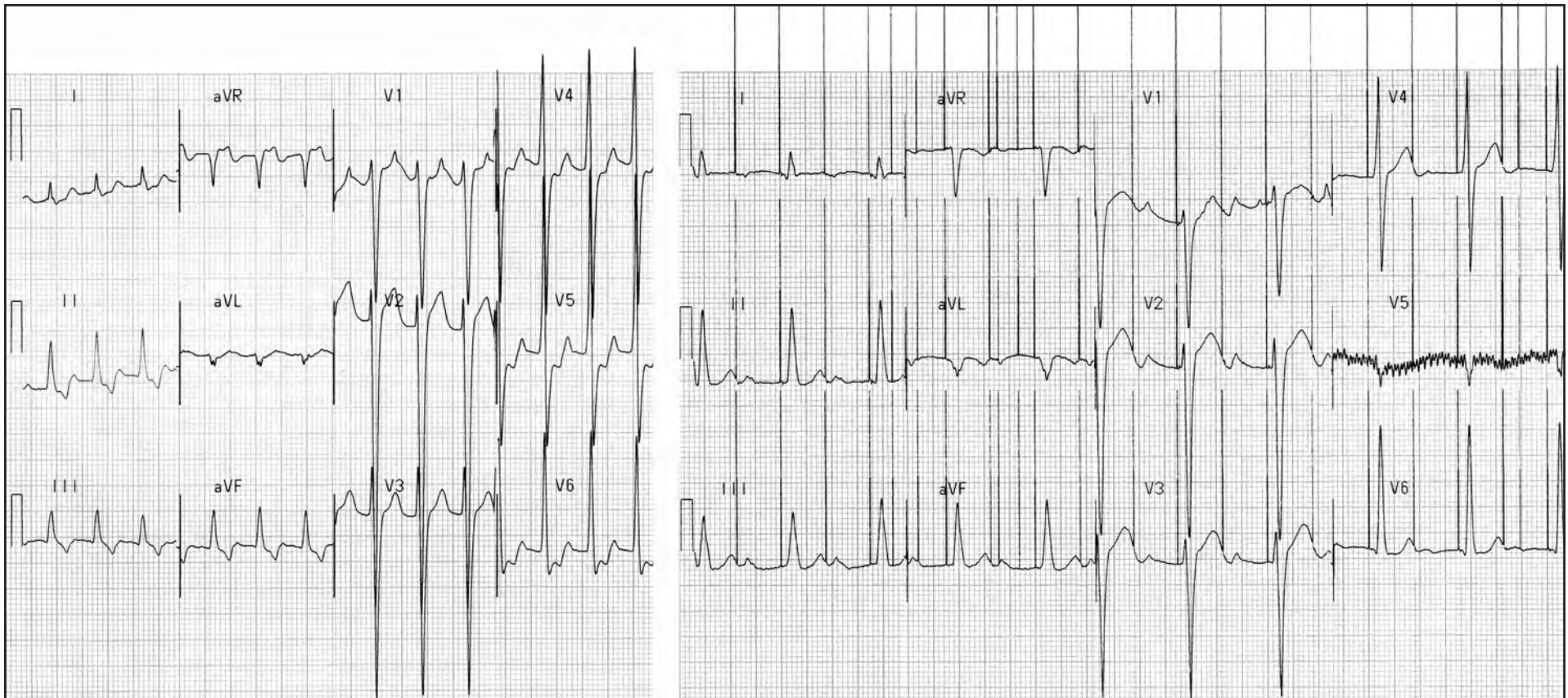
**ECG No. 57.** Derivación II. Agotamiento de la batería. Este paciente dejó de asistir a su control ambulatorio durante varios años. Cuando la batería se va aproximando al término de su vida útil, primero el marcapasos sacrifica la función de detección, y reserva la energía restante para la función de estimulación (modo VOO); si no se reemplaza la batería, las espigas aparecen cada vez más esporádicas, como en el caso mostrado, hasta que finalmente desaparece la estimulación.



**ECG No. 58.** Paciente femenina de 78 años, portadora de marcapasos VVI implantado en 1991 quien es hospitalizada 8 años después por síncope; se encontró bradicardia y ritmo idioventricular a 45 lpm (no mostrado) e indicó la colocación de un marcapasos temporal (**Fig. 9**, arriba a la derecha). Durante la interrogación por telemetría, el umbral, la batería e impedancia estaban en valores normales (**ECG No. 58**, arriba, derivaciones I, II, III). Este comportamiento intermitente sugiere fractura del filamento conductor del electrodo (**Fig. 10**, abajo, derecha); cuando existe contacto entre ambos extremos, el sistema funciona sin alteración, pero, al separarse no se observan espigas ni actividad de marcapasos. Esta situación actualmente es infrecuente, dado que, los materiales de aislamiento y conductivos son más resistentes a las fuerzas que ejercen los huesos y otros tejidos en el sitio de acceso vascular en la región pectoral. El electrodo fue entonces reemplazado.



**ECG No. 59.** Ritmo de marcapasos temporal VVI. La morfología variable de los complejos QRS estimulados –más evidente en la tira de ritmo inferior–, sugiere la presencia de latidos de fusión (octavo, undécimo y décimo-cuarto latidos); en los marcapasos temporales, la punta del electrodo puede estar inestable: el músculo es despolarizado en sitios ligeramente distantes como consecuencia del movimiento cardíaco y puede generar diferente morfología (segundo y quinto latidos). En los electrodos definitivos, el tejido cicatricial ejerce un mecanismo de fijación sobre ellos, lo que usualmente genera una sola morfología del complejo estimulado.



**ECG No. 60.** Izquierda. ECG de 12 derivaciones. Paciente masculino de 29 años, portador de taquicardia paroxística supraventricular incesante, sin respuesta a ningún fármaco antiarrítmico, frecuencia aproximada 165 lpm; se observan ondas P retrógradas a 160 ms del QRS (o anterógrada, a 200 ms del siguiente QRS). Estos hallazgos sugieren la participación de una vía accesoria de conducción retrógrada "lenta" en esta taquicardia. Para efectos de programar la ablación, al paciente se lo colocó un electrodo de marcapasos transitorio en el seno coronario y estimuló el atrio a una frecuencia discretamente superior a la de la taquicardia (aproximadamente 170 lpm, ciclo 350 ms); después de verificarse adecuada captura atrial, se observa que la frecuencia ventricular es la mitad de la atrial (unos 85 lpm), al impedirse la generación del movimiento de reentrada y con lo cual el paciente mostró mejoría sintomática y hemodinámica.

## Marcapasos bicamerales



## Marcapasos bicamerales

Parámetros de estimulación

- Modo de estimulación
- Voltajes de estimulación
- Anchos de pulso
- Respuesta en frecuencia
- Cambio automático de modo

Parámetros de detección

- Sensibilidades
- Períodos refractarios

Intervalos AV detectado y estimulado

Funciones especiales

- Acortamiento fisiológico del intervalo AV
- Búsqueda del intervalo AV
- Estimación automática del umbral
- Estimulación de seguridad durante el intervalo AV
- Respuesta a la caída de frecuencia
- Atenuación ante la variación del intervalo RR
- Respuesta a taquicardia mediada por marcapasos
- Intervención ante taquicardia atrial

Parámetros de almacenamiento

- Histogramas de frecuencia cardiaca, de intervalos AV
- Historial de amplitud de la onda R
- Episodios de elevada frecuencia atrial o ventricular, de cambio de modo automático
- Parámetros de estimulación: umbral, amplitud de onda R, determinación automática del umbral
- Parámetros electrónicos: batería, impedancia
- Registros endocavitarios

La estimulación bicameral utiliza 2 marcapasos incluidos en un solo dispositivo: el atrial y el ventricular. Además de las funciones usuales de estimulación y detección de cada uno, es necesario que ambos funcionen sincronizadamente, para lo cual existen parámetros programables, como el retardo atrioventricular (lo que

en condiciones fisiológicas es el intervalo PR) y las funciones que eviten la sobredetección de señales procedentes de la otra cámara.

Parámetros de **ESTIMULACIÓN**: el **modo de estimulación, la frecuencia basal de estimulación, el voltaje a utilizarse, el ancho de pulso y la respuesta en frecuencia.**

En el modo DDD o estimulación bicameral, por cada contracción atrial –detectada o estimulada– el marcapasos administra un estímulo ventricular, función denominada seguimiento o *tracking*. Para tal efecto, se programa también la **frecuencia máxima de seguimiento**. Existe una función denominada “**cambio automático de modo**”: dado que el marcapasos le da seguimiento a cada impulso atrial, para administrar uno ventricular, si aparece una taquiarritmia atrial, se producirán tantos impulsos ventriculares como lo determine dicha taquiarritmia; para evitar esta situación, el marcapasos ejecuta esta función, de tal manera que cambia el modo de estimulación a unicameral (VVI) o bicameral sin seguimiento (DDI) hasta que cese la taquiarritmia.

Parámetros de **DETECCIÓN**: incluyen **la sensibilidad atrial y ventricular, la histéresis** y los períodos refractarios.

Durante el **intervalo AV**, el atrio es refractario, para evitar la detección señales atriales no fisiológicas (Fig. 11). Si después de iniciada la contracción ventricular el paciente tiene conducción retrógrada hacia los atrios, esta será detectada como espontánea; el marcapasos le dará entonces seguimiento con una nueva contracción ventricular; por conducción retrógrada se detecta otra contracción atrial, la cual será también seguida por una ventricular y así sucesivamente. Esta “taquicardia mediada por marcapasos” se evita con un “**período refractario atrial postventricular**” (PVARP) durante el cual, a pesar de existir una contracción atrial retrógrada, no se dará seguimiento ventricular, sino hasta cuando finalice dicho período.

Por lo tanto, la suma del intervalo AV más el PVARP determina la duración del período refractario atrial total (Fig. 11), el cual a su vez, determina la máxima frecuencia atrial que podrá detectarse; por encima de este límite, no será posible darle seguimiento a cada contracción atrial detectada de forma que aparece una relación AV mayor de 1 (Fig. 12, pág. 93).

Durante el envío de la espiga ventricular, el atrio tiene que estar “ciego”, es decir, debe haber ausencia total de sensibilidad para evitar que la detecte como un potencial propio del paciente (fenómeno llamado “conversación cruzada” o *crosstalk*) y evitar la inhibición inadecuada; es el “**período de ceguera atrial postventricular**” (*atrial blanking*) y se inicia con la espiga ventricular. Este periodo está incluido dentro del PVARP (Fig. 11).

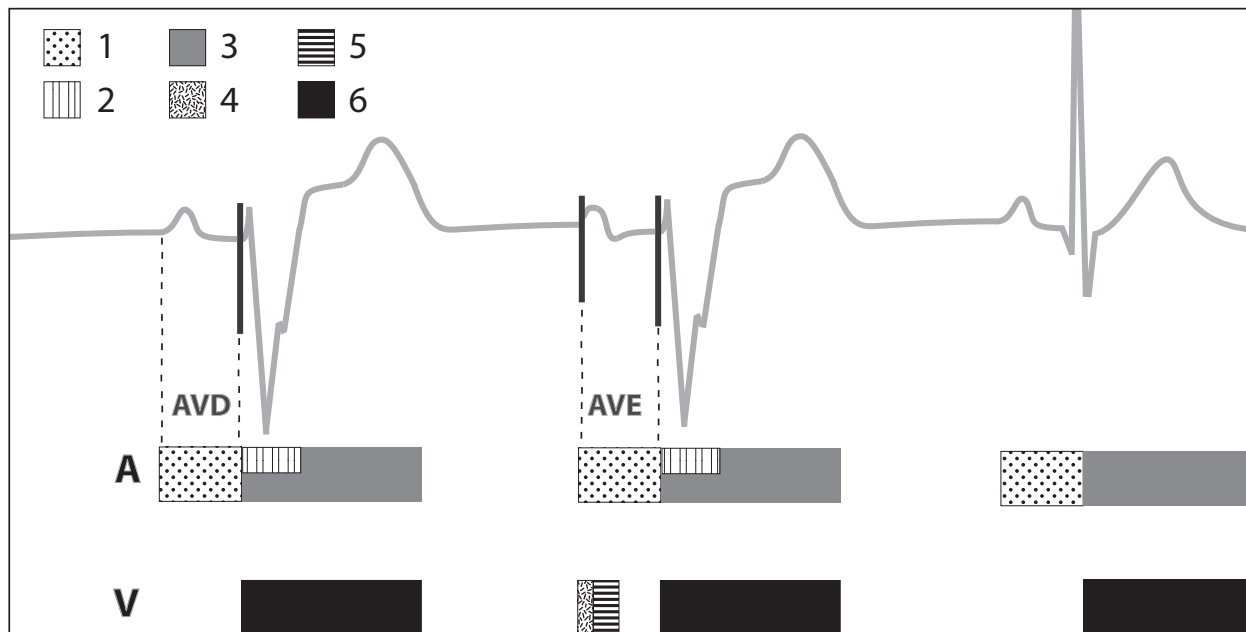
Por otro lado, el ventrículo, durante el envío de la espiga atrial, tiene que estar “ciego”; es decir, debe haber ausencia total de sensibilidad para evitar que la detecte como un potencial propio del paciente y evitar una inhibición inadecuada (conversación cruzada); este es el **período de ceguera ventricular** y se inicia con la espiga atrial. Después de este período sigue otro “**período refractario ventricular relativo**” o “de alta sensibilidad” en el cual, por el contrario, la sobredetección de la espiga atrial al envío de un “estímulo ventricular de seguridad”. Este último se administra para evitar la inhibición ventricular –y asistolia– en el caso que el final de la espiga atrial sea detectada por fuera del período de ceguera. El resto del intervalo AV es un período de alerta y si se detecta actividad ventricular, el marcapasos se inhibe. El **período refractario ventricular** funciona de la misma forma que en el marcapasos unicameral.

**INTERVALOS AV** detectado y estimulado: es el tiempo que separa la contracción atrial detectada o estimulada respectivamente, de la contracción ventricular.

Cuando el atrio es estimulado, existe un tiempo de latencia desde el envío de la espiga hasta que efectivamente se produce la contracción; este acoplamiento excitación-contracción es mayor al que sucede durante la actividad atrial propia. Por esta razón, el intervalo AV estimulado se programa en 10-20 ms más que el intervalo AV detectado (AVE y AVD respectivamente, Fig. 12).

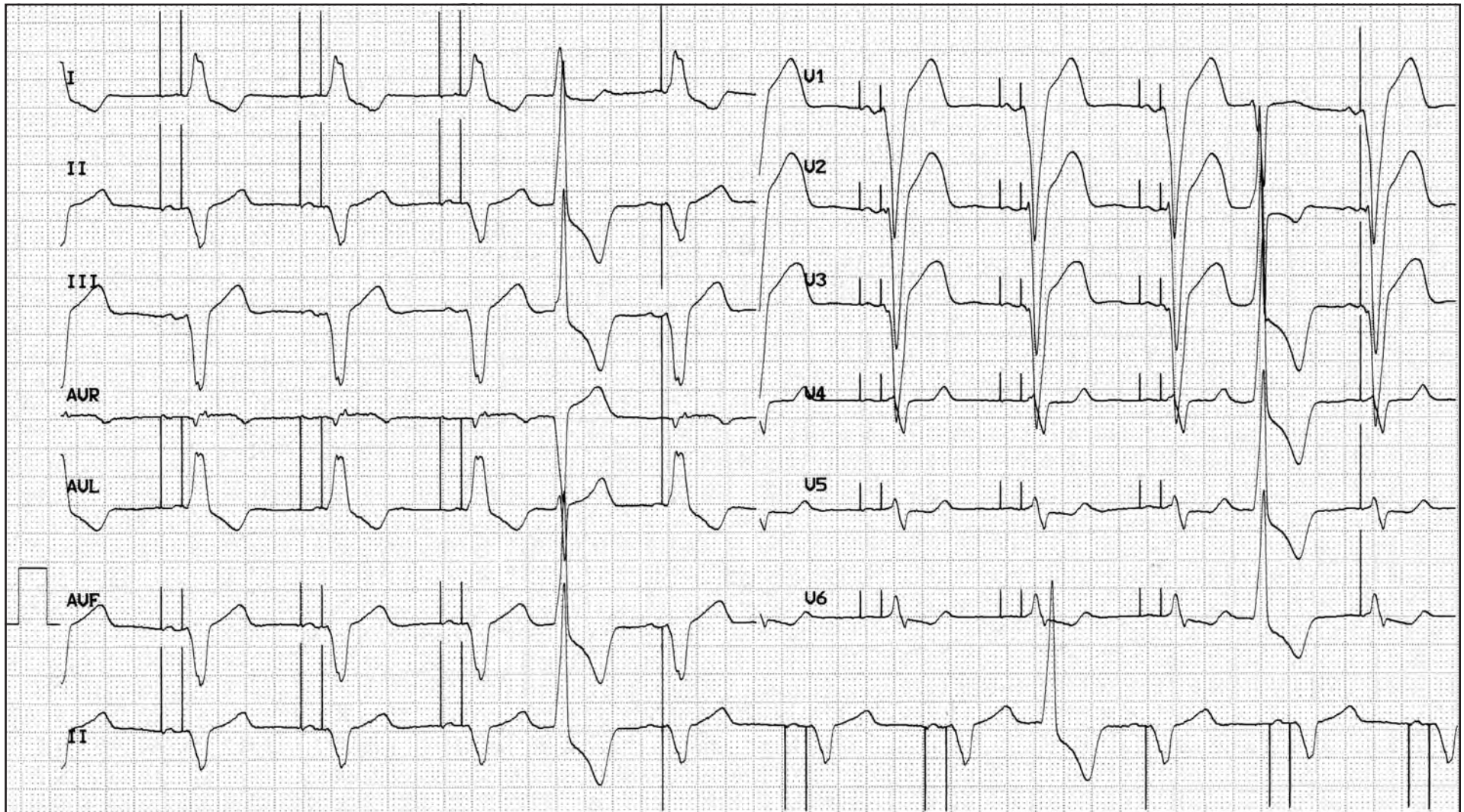
### FUNCIONES ESPECIALES (ver más adelante)

**ALMACENAMIENTO.** Los marcapasos pueden almacenar datos estadísticos de los eventos detectados, tales como, los histogramas de frecuencias cardiacas, del intervalo AV, amplitud de la onda P u onda R; eventos calificados como “de elevada frecuencia atrial o ventricular”, episodios de cambio de modo, de detección de taquicardia mediada por marcapasos, trazados endocavitarios, entre otros. También, se puede almacenar el historial de estimulación automática o parámetros electrónicos como la curva evolutiva de la impedancia de los electrodos.



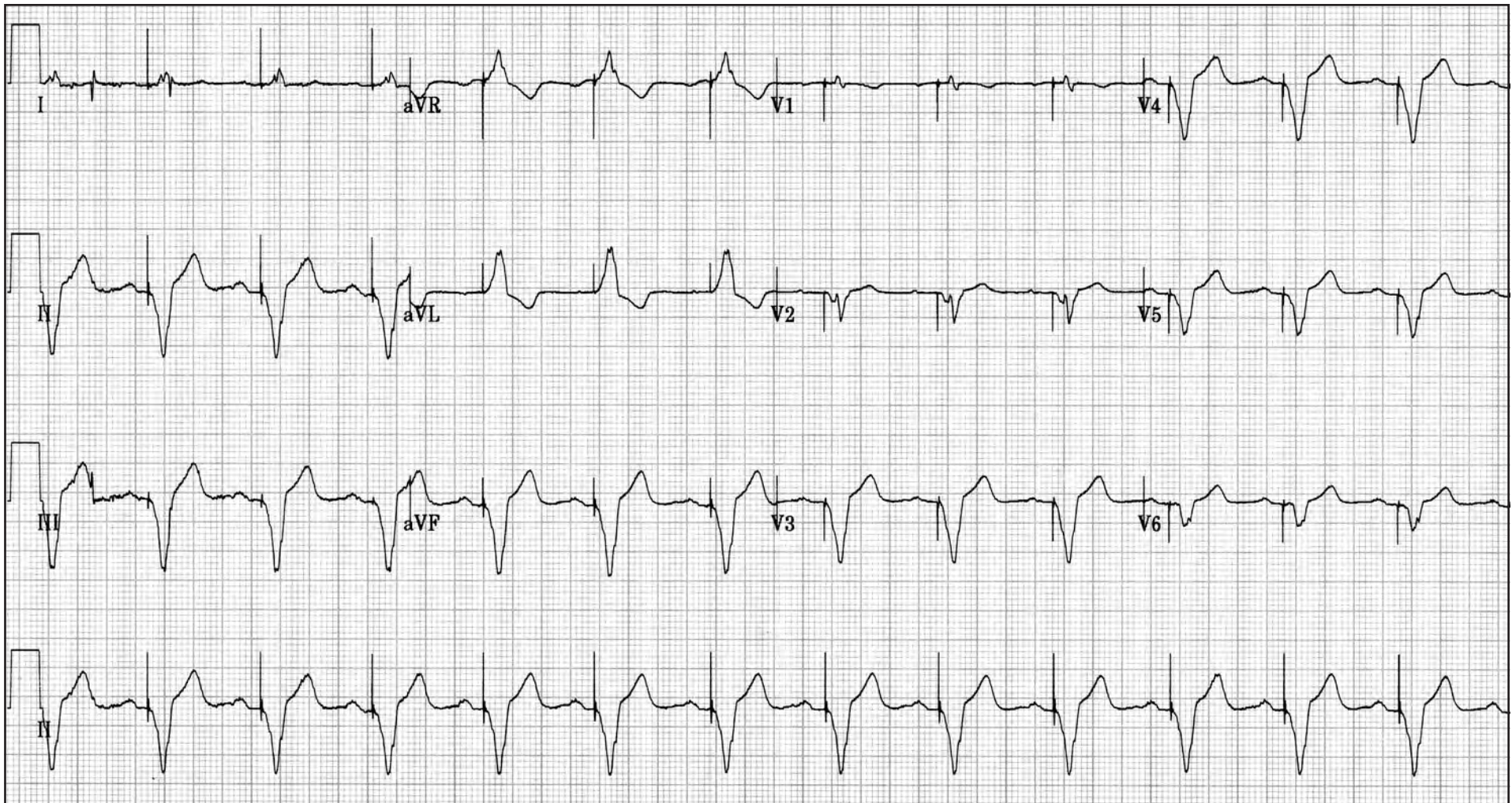
**Fig. 11.** Períodos refractarios. Primer latido: detección atrial, estimulación ventricular (modo VAT); segundo latido, estimulación atrial y estimulación ventricular (modo DDD) y tercer latido: detección atrial y detección ventricular. En el atrio (A), los períodos refractarios son el **intervalo AV** (1) y el “**período refractario atrial postventricular**” o PVARP (3), durante el cual existe detección de eventos atriales que puedan suceder, pero no se da seguimiento o *tracking* ventricular. La suma de ambos, determina el período refractario atrial total (1 + 3), el cual a su vez, determina la máxima frecuencia atrial que puede ser seguida por el ventrículo. Si la frecuencia atrial espontánea es mayor (es decir, el intervalo PP es menor que el período refractario atrial total), se producirán más contracciones atriales que ventriculares (ver Fig. 12, pág. 93; ECG No. 115, 188). En (2), se representa el “**período de ceguera atrial postventricular**”, disparado por la espiga ventricular y durante el cual, no se detecta ningún tipo de señal, con el fin de evitar “conversación cruzada”. (ECG No. 89). En el ventrículo (V), los períodos son: el “**período de ceguera ventricular**” (4), el **período refractario relativo** o “de alta sensibilidad” (5), durante el cual se ejecuta la “estimulación ventricular de seguridad” y el **período refractario ventricular** (6). Cabe resaltar que durante la detección en una u otra cámara, no se ejecutan los períodos de ceguera. AVD: intervalo AV detectado; AVE: intervalo AV estimulado.

## Estimulación Bicameral Normal



**ECG No. 61.** Doce derivaciones estándar. Estimulación bicameral o **modo DDD**, en el cual se observan espigas tanto atriales como ventriculares y entre ambas, el "intervalo AV" que es programable. Existe adecuada captura atrial; las ondas P, producto de la estimulación atrial son bien visibles en las derivaciones inferiores y en V1-3. También existe adecuada captura ventricular, por la presencia de complejos anchos con morfología de BRIHH inmediatamente después de cada espiga ventricular. El cuarto y octavo complejos son CPV, adecuadamente detectadas por el marcapasos; esto hace que se reinicie el conteo del intervalo PP programado, en este caso 1 s. Sin embargo, inmediatamente después, se detecta una onda P sinusal propia del paciente a un intervalo menor y luego, continúa la estimulación atrial a 60 lpm.

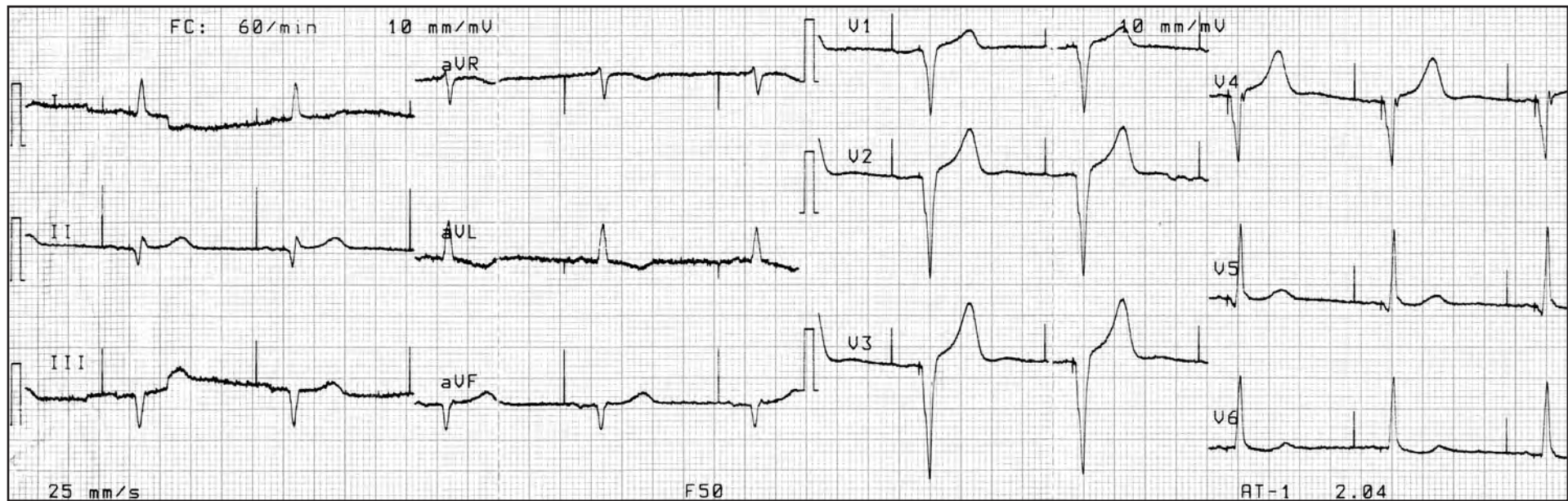




**ECG No. 62.** Marcapasos bicameral. Las ondas P sinusales, propias del paciente (porque no tienen espiga) son adecuadamente detectadas y son seguidas de estimulación ventricular (complejos anchos, precedidos de espiga) con adecuada captura. En este momento, el marcapasos detecta la contracción atrial del paciente y estimula el VD, transcurrido el tiempo o intervalo AV programado; es decir, el **modo VAT**: cámara estimulada el ventrículo, cámara detectada el atrio y ante la detección de un evento atrial, se “dispara” una espiga ventricular. Esto se denomina **“seguimiento atrial”** o **“atrial tracking”**. Si en algún momento aparecen complejos QRS propios –como en el siguiente ECG–, el marcapasos entonces inhibe la estimulación ventricular; es decir, tiene doble respuesta según si se detecta o no un evento atrial o uno ventricular (la tercera letra D).

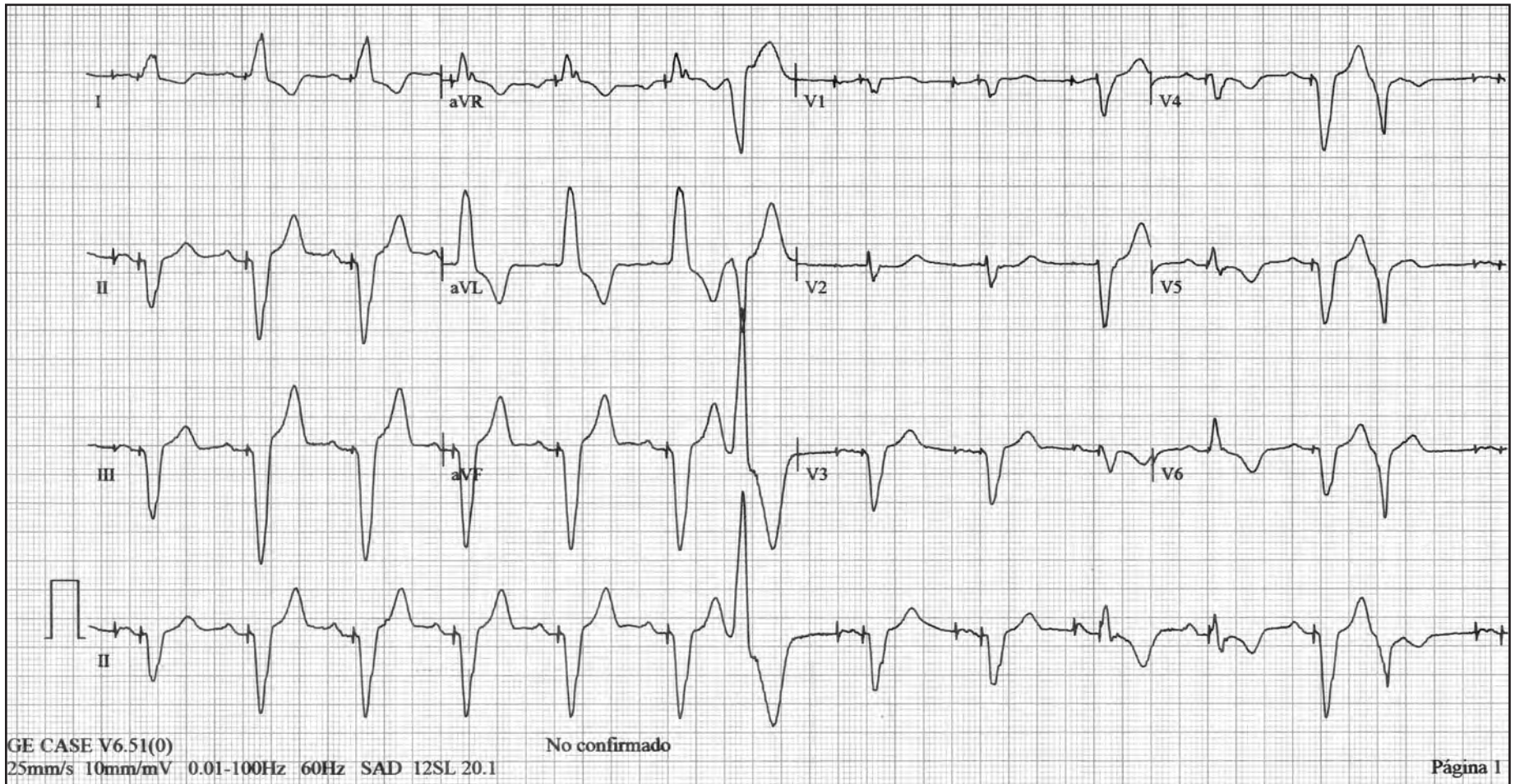


**ECG No. 63.** Marcapasos bicameral. La estimulación atrial (ondas P precedidas por una espiga) es seguida de detección ventricular (complejos QRS angostos, sin espiga). **Modo AVI:** la cámara estimulada es el atrio, la cámara detectada es el ventrículo y la respuesta ante una detección ventricular es la inhibición. Para tal efecto, es necesario que la conducción AV sea de menor duración que el intervalo AV programado; de lo contrario, el marcapasos envía una segunda espiga para estimular el ventrículo. Este modo de estimulación es conveniente cuando el paciente es portador de enfermedad del nodo sinusal sin afectación de la conducción atrio-ventricular, lográndose que la despolarización ventricular sea fisiológica y no ectópica.

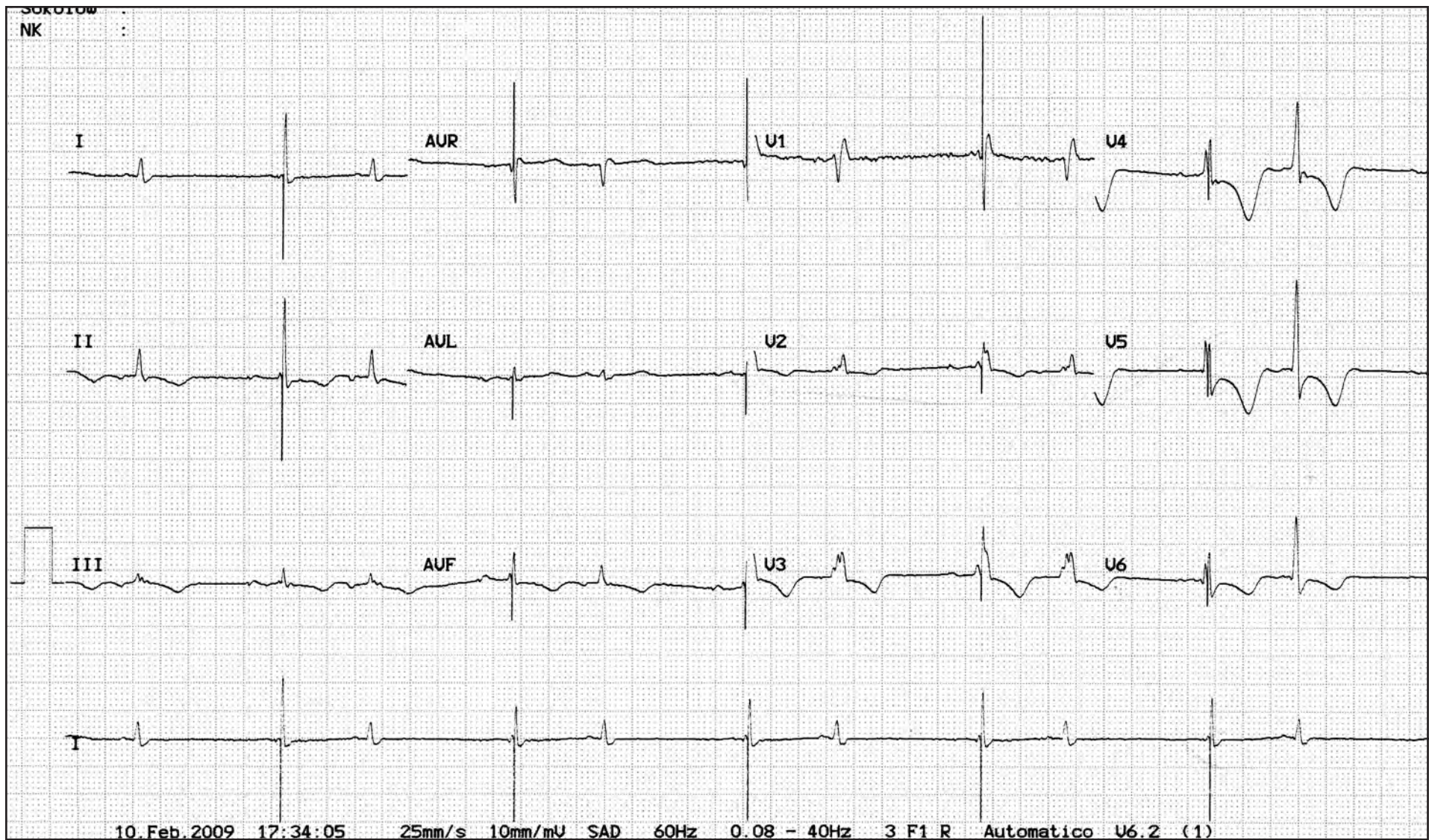


**ECG No. 64.** Las espigas tanto atriales como ventriculares están separadas por el intervalo AV programado, más visibles en V1-3. Los complejos QRS son relativamente angostos, lo que indica que existe una coincidencia entre el momento del envío de la espiga ventricular con la aparición del QRS propio del paciente, esto genera **"complejos de fusión"**, cuya morfología recuerda, en parte, la propia del paciente. Cuando las espigas no producen cambios en la morfología QRS y se mantiene idéntica a la espontánea, se denominan **"pseudofusiones"** (ECG No. 65, abajo). En ambos casos, deberá programarse el intervalo AV, con el fin mantener, hasta donde sea posible, la contracción ventricular espontánea.





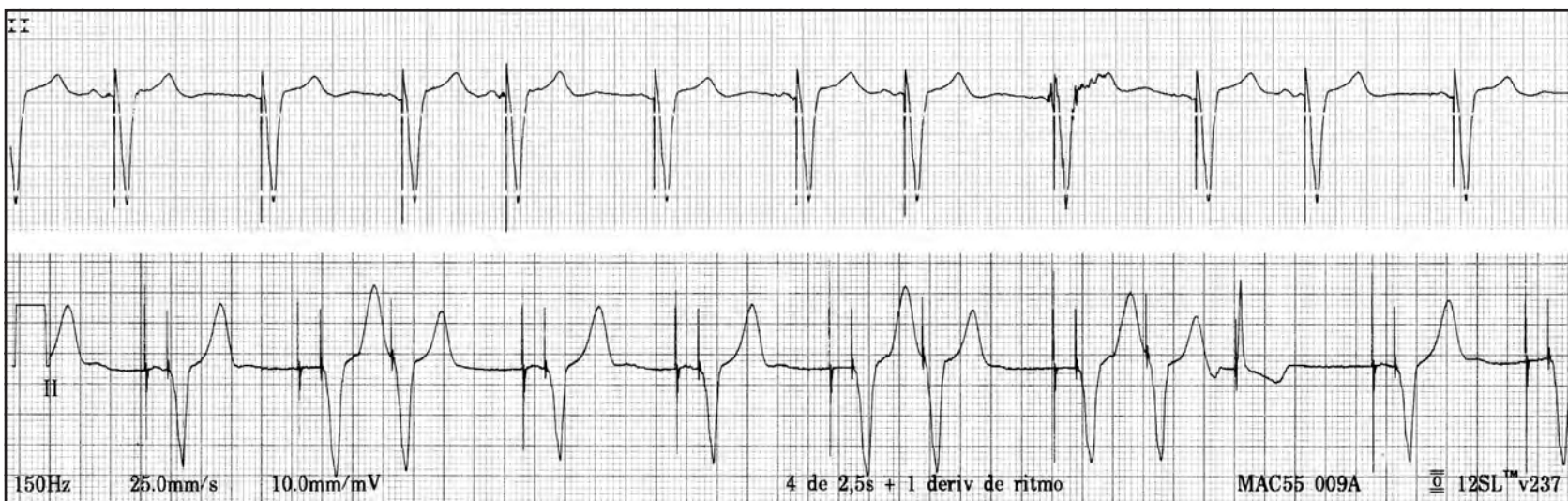
**ECG No. 66.** Marcapasos bicameral. El primer latido es en modo DDD (estimulación bicameral, doble espiga) y los 5 siguientes, en modo VAT (detección atrial que dispara estimulación ventricular). Después del sexto latido, una CPV inhibe al nodo sinusal y se restablece el modo DDD. En el décimo latido, existe una fusión atrial y en los 2 siguientes, en modo VAT, los complejos QRS son complejos de fusión ventricular.



**ECG No. 67.** Marcapasos DDD. En este caso se observan espigas en el trazado de ritmo, intercaladas con complejos QRS espontáneos. A simple vista, parece no haber captura después de cada espiga, lo que puede conducir a diagnóstico de falla de captura. Sin embargo, si se observa con cuidado en las demás derivaciones, las espigas coinciden con latidos espontáneos de QRS angosto, cuya repolarización evidente –por ejemplo, en V4-6) confirma que se trata de fusiones. Estos latidos están precedidos de onda P, la cual se visualiza mejor en aVL, V4 y V5. Por lo tanto, el marcapasos detecta adecuadamente la contracción atrial, envía seguidamente una espiga ventricular a un intervalo AV o P-QRS programado de 200 ms (modo VAT), la cual coincide con el QRS espontáneo y se genera la fusión. Los latidos que siguen a cada evento descrito, son CPSV (atriales) cuyo intervalo AV es menor que el programado, por lo cual entonces no presentan espigas, sino que son adecuadamente detectados por ambos electrodos, atrial y ventricular.



**ECG No. 68.** Dos derivaciones de registro Holter. Marcapasos bicameral. Se observa la espiga atrial seguida de onda P y complejos QRS también estimulados; estos posiblemente sean fusiones ventriculares porque son relativamente angostos, pero tienen espiga. La cuarta onda P es propia del paciente (por la diferente morfología con respecto a las anteriores) y aparece coincidentemente con una espiga: una **pseudofusión atrial**; los últimos 2 latidos son sinusales, adecuadamente detectados, seguidos de complejos QRS angostos, también adecuadamente detectados.



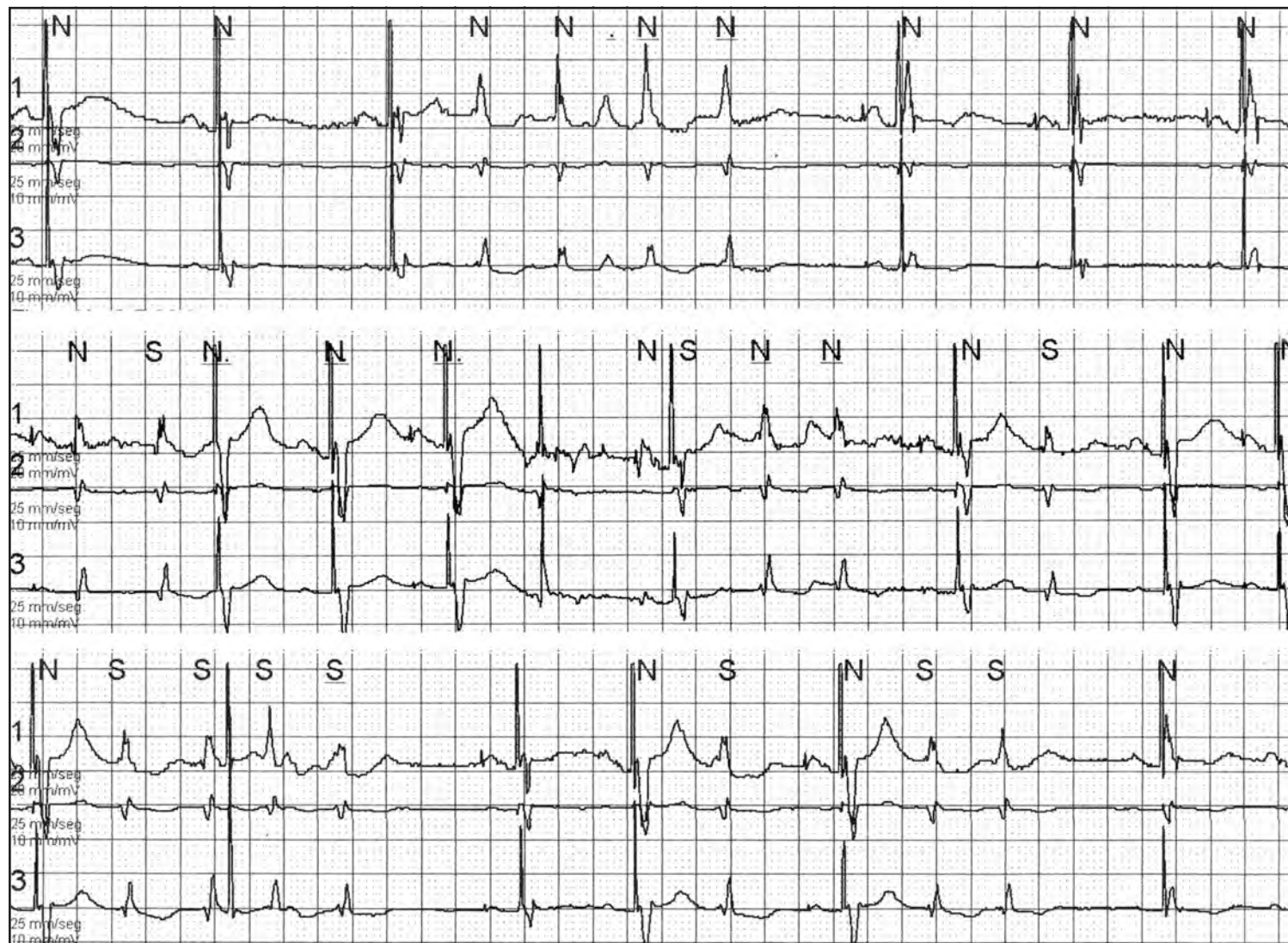
**ECG No. 69.** Derivación II. Arriba. Este marcapasos es bicameral porque existe una secuencia atrioventricular, en este caso, contracción atrial detectada (onda P sinusal a 62 lpm) y contracción ventricular estimulada (espiga seguida de complejo QRS ancho). La irregularidad del intervalo RR observada se debe a la presencia de contracciones atriales prematuras (complejos cuarto, séptimo y décimo); el marcapasos detecta adecuadamente las contracciones atriales y estimula el VD, al igual que en los latidos sinusales. Por esta razón, si el paciente desarrollara una taquiarritmia atrial, se estimulará el ventrículo a igual frecuencia, hasta un máximo determinado por el período refractario atrial (Fig. 11) y por la máxima frecuencia ventricular programada en el marcapasos. Abajo, en otro momento, el paciente se encuentra en ritmo de marcapasos DDD (espiga atrial seguida de onda P y espiga ventricular, seguida de complejo QRS). El tercero y séptimo latidos son contracciones prematuras atriales, adecuadamente detectadas (por lo tanto, en estas, no se observa espiga atrial) seguidas de espiga ventricular. El octavo, es un "dupla" supraventricular: la primera contracción atrial prematura es detectada y seguida por espiga-QRS mientras que la segunda -onda P negativa-, es también detectada y es seguida por una fusión: complejo QRS espontáneo (angosto) pero con espiga.



**ECG No. 70.** El segundo y el tercer latido son sinusales, seguidos de un episodio de taquicardia atrial de 4 latidos (ondas P de diferente morfología, frecuencia alrededor de 120 lpm), todos adecuadamente detectados por el marcapasos. Le sigue un latido de escape unional o ventricular con una onda P retrógrada en la parte final del QRS y el siguiente latido, estimulación atrial con conducción AV y QRS normales; el intervalo P –retrógrada– y P estimulada es 1 s. El último latido nuevamente es sinusal



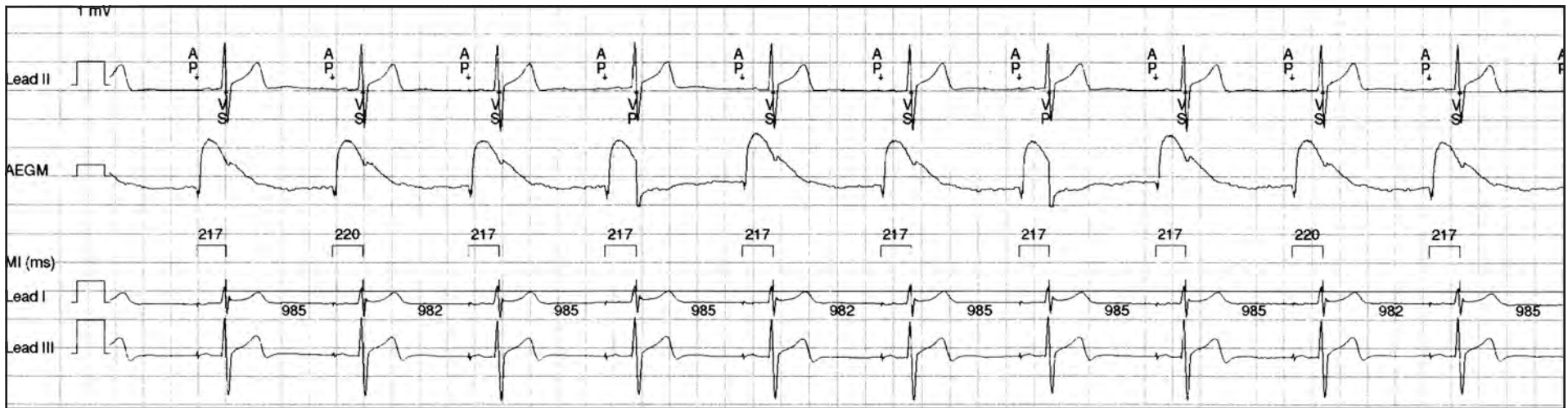
**ECG No. 71.** Dos derivaciones simultáneas de registro Holter. Obsérvese la existencia de espigas pequeñas seguidas de ondas P y a un intervalo AV, otra espiga seguida de complejos QRS anchos; es decir ritmo de marcapasos bicameral a una frecuencia de aproximadamente 130 lpm, lo cual indica que el marcapasos está estimulando ambas cámaras a una frecuencia elevada, por acción del sensor de movimiento. Este sensor determina la frecuencia de estimulación atrial en forma proporcional al movimiento o actividad física que desarrolle el individuo. A medida que decrece el ejercicio, el marcapasos va disminuyendo la frecuencia de estimulación hasta alcanzar la frecuencia mínima programada. El noveno complejo QRS es una CPV adecuadamente detectada.



**ECG No. 72.** Registro Holter de 3 canales de un paciente portador de un marcapasos bicameral, ritmo de base sinusal y CPSV frecuentes. Arriba: los 3 primeros latidos son sinusales, seguidos de espigas con QRS relativamente ancho; es decir, detección atrial y estimulación ventricular, posiblemente **fusiones**. Aparece una salva de Taquicardia Paroxística Supraventricular de 4 latidos, adecuadamente detectada; después, se inicia estimulación atrial y estimulación ventricular, aunque la morfología de los complejos QRS es distinta a la de los latidos iniciales, lo cual sugiere que estas son pseudofusiones ventriculares. Centro: el tercer complejo, que es estimulado, aparece a un intervalo inesperadamente corto, con respecto al QRS previo; es probable que se haya detectado una CPSV (contracción atrial) en ese momento y esta haya sido seguida por estimulación ventricular; la cuarta espiga parece no tener captura, pero se trata de una **pseudofusión**, más visible en el canal del centro. Abajo: la segunda espiga semeja el fenómeno antes descrito, pero está demasiado cerca del QRS precedente: el marcapasos tiene que esperar el **período refractario ventricular postventricular** programado para que sea posible enviar otra espiga. Y desde luego, no se produce captura porque el miocardio está refractario. Es probable que este colgajo de contracciones atriales prematuras sea fibrilación atrial, la cual induce un **cambio automático en el modo de estimulación** (a modo DDI), de manera que no todas las contracciones atriales serán seguidas de ventriculares; como usualmente la fibrilación atrial es insuficientemente detectada por el electrodo atrial, pueden también aparecer espigas ventriculares en forma aleatoria (véase también el ECG No. 101). Termina el episodio, y transcurrido el intervalo PP programado, aparece estimulación bicameral DDD con latidos prematuros supraventriculares. Estos hallazgos requieren su confirmación con el uso del programador.



## Programador de marcapasos

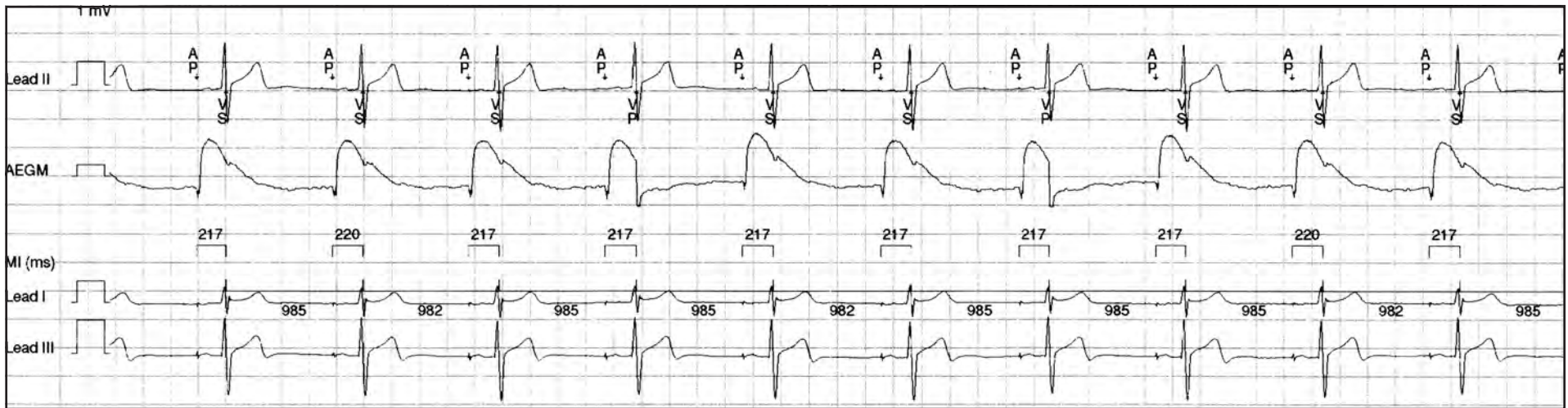


**ECG No. 73.** Derivaciones de superficie o "leads" mostradas. El segundo canal es el "electrograma" atrial, es decir, la señal eléctrica endocavitaria recogida a través del electrodo atrial. Ritmo de marcapasos bicameral, en el que se observa estimulación atrial (señalada con AP) seguida de detección ventricular (VS). Por lo tanto, en este momento el marcapasos está en **modo AVI**: la cámara estimulada es el atrio, la cámara detectada es el ventrículo y la respuesta ante una detección ventricular es la inhibición. El cuarto y el séptimo latido son estimulados (VP) pero no se modifica la morfología del QRS, aunque sí se modifica sutilmente su presencia en el electrograma atrial; por tanto, son "**pseudofusiones**". Esto ocurre cuando coinciden el intervalo AV programado con el del paciente (el intervalo PR) y se generan ambos impulsos en el ventrículo (el propio y el del marcapasos) simultáneamente



**ECG No. 74.** Derivación II, canal de marcas y electrograma atrial. En este caso, existe detección atrial (AS) y estimulación ventricular (VP); es decir, el marcapasos estimula temporalmente en **modo VAT**: la cámara estimulada es el ventrículo, la cámara detectada es el atrio y ante cada detección atrial, se dispara "trigger" un estímulo al ventrículo; es decir, **seguimiento atrial** o "atrial tracking". El cuarto, quinto, sexto y el noveno latidos son contracciones prematuras atriales (el electrograma es sutilmente diferente), que son adecuadamente detectadas y subsecuentemente seguidas de un estímulo ventricular, de ahí la apariencia irregular de este ritmo.

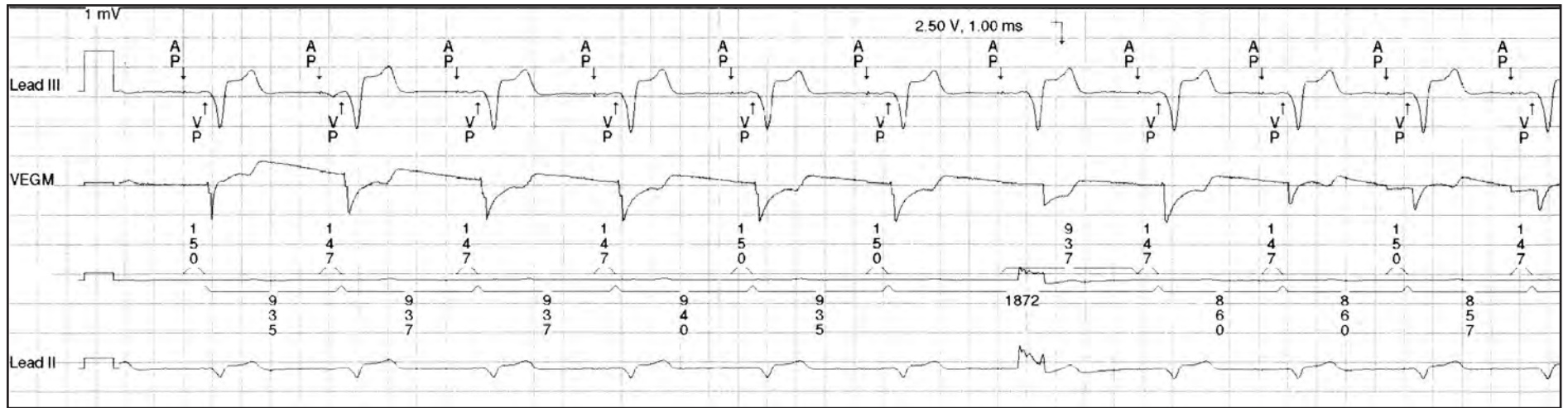
## Programador de marcapasos



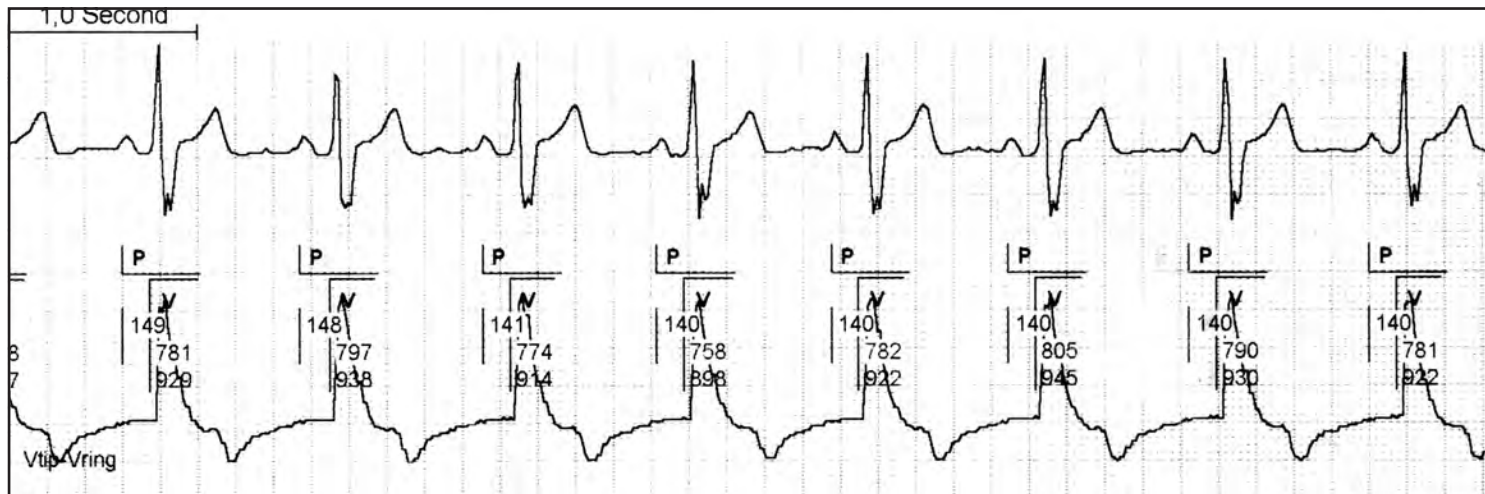
**ECG No. 73.** Derivaciones de superficie o "leads" mostradas. El segundo canal es el "electrograma" atrial, es decir, la señal eléctrica endocavitaria recogida a través del electrodo atrial. Ritmo de marcapasos bicameral, en el que se observa estimulación atrial (señalada con AP) seguida de detección ventricular (VS). Por lo tanto, en este momento el marcapasos está en **modo AVI**: la cámara estimulada es el atrio, la cámara detectada es el ventrículo y la respuesta ante una detección ventricular es la inhibición. El cuarto y el séptimo latido son estimulados (VP) pero no se modifica la morfología del QRS, aunque sí se modifica sutilmente su presencia en el electrograma atrial; por tanto, son "**pseudofusiones**". Esto ocurre cuando coinciden el intervalo AV programado con el del paciente (el intervalo PR) y se generan ambos impulsos en el ventrículo (el propio y el del marcapasos) simultáneamente



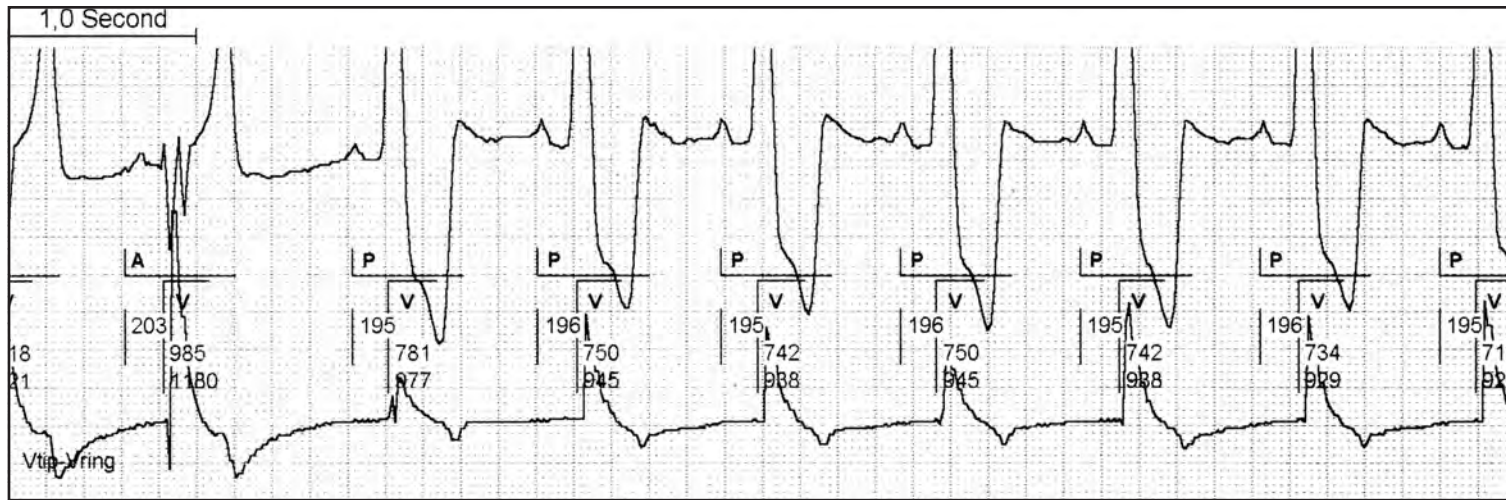
**ECG No. 74.** Derivación II, canal de marcas y electrograma atrial. En este caso, existe detección atrial (AS) y estimulación ventricular (VP); es decir, el marcapasos estimula temporalmente en **modo VAT**: la cámara estimulada es el ventrículo, la cámara detectada es el atrio y ante cada detección atrial, se dispara "trigger" un estímulo al ventrículo; es decir, **seguimiento atrial** o "atrial tracking". El cuarto, quinto, sexto y el noveno latidos son contracciones prematuras atriales (el electrograma es sutilmente diferente), que son adecuadamente detectadas y subsecuentemente seguidas de un estímulo ventricular, de ahí la apariencia irregular de este ritmo.



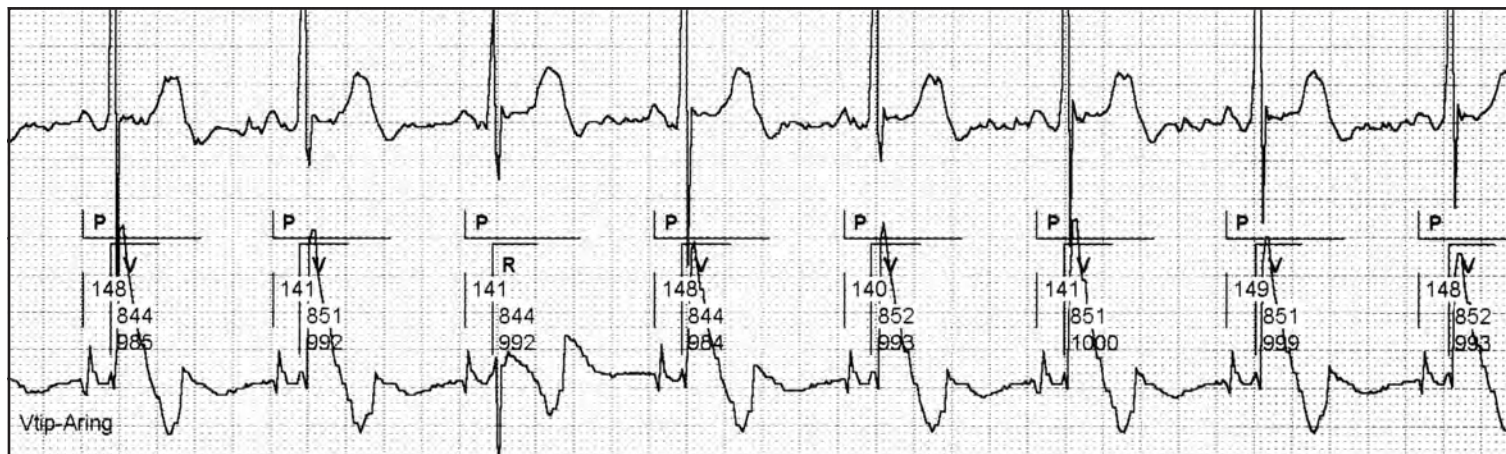
**ECG No. 75.** Derivación III, el segundo canal es el electrograma ventricular; es decir, la señal eléctrica recogida desde el electrodo ventricular. El tercer canal de intervalos AV y VV (en ms) y abajo, derivación II. Durante la estimulación de ambas cámaras (AP y VP), se programa un cambio en los parámetros de estimulación ventricular (2,5 V y 1,0 ms, señalados arriba; la señal ventricular no es detectada en ese instante). La captura se mantiene, con cambios discretos en la morfología del electrograma ventricular, lo que sugiere la existencia de algún grado de fusión entre los latidos estimulados y los complejos QRS propios del paciente.



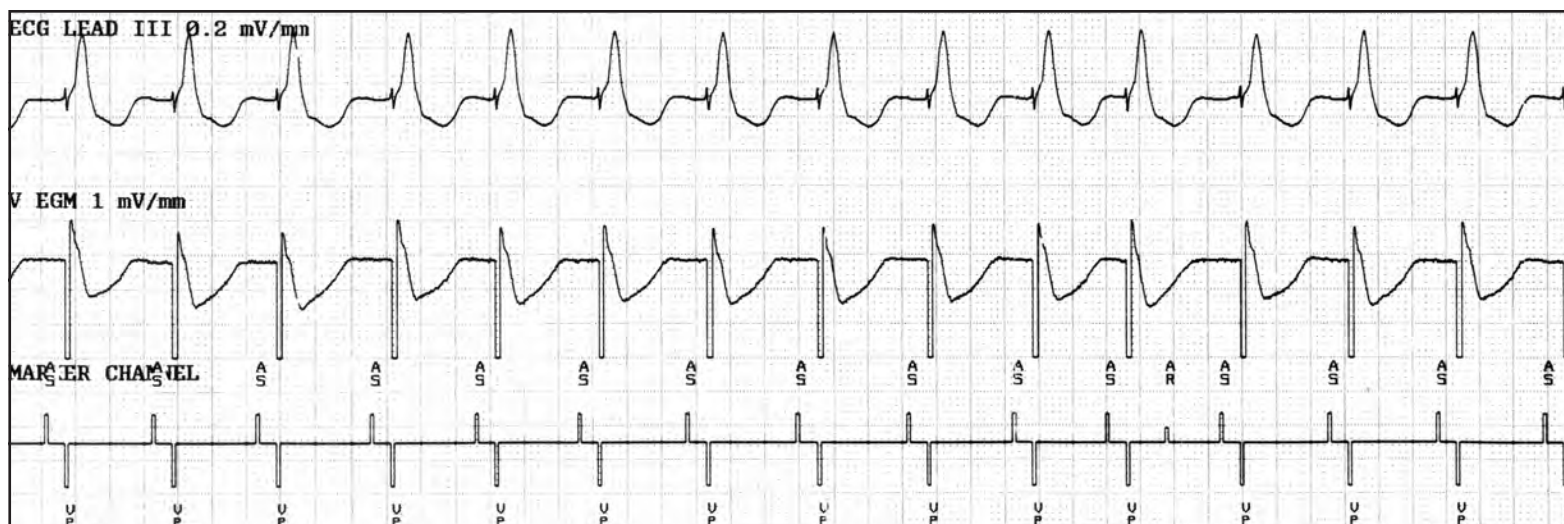
**ECG No. 76.** Derivación II, canal de marcas, intervalos AV, VA y VV en ms y el electrograma ventricular. El trazado muestra adecuada detección de las contracciones atriales, señaladas con "P", seguidas de un disparo ventricular ("V"). Las espigas del marcapasos se inscriben discretamente después del inicio de los complejos QRS propios, cuya morfología de BRDHH no se ve alterada por la espiga; es decir, son **pseudofusiones** ventriculares. Su presencia se debe a que tiene que transcurrir un breve periodo de tiempo desde que el electrodo recoge la señal (onda R) hasta que el circuito integrado diagnostica actividad ventricular propia; en este caso, sin ningún efecto, dado que parte del miocardio se encuentra en período refractario.



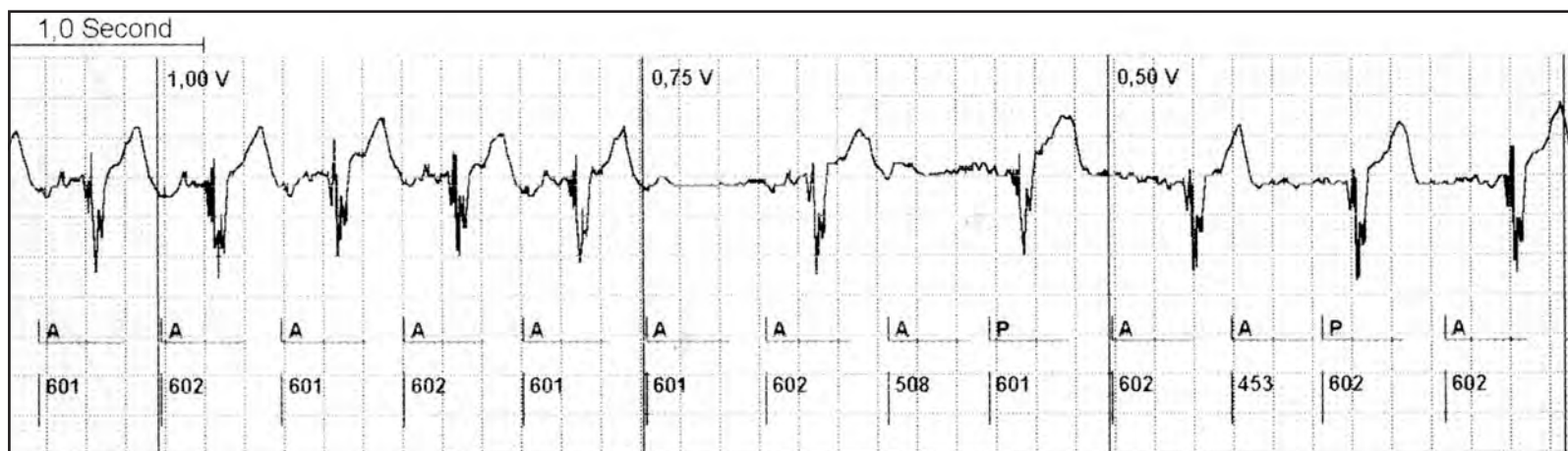
**ECG No. 77.** Derivación II, canal de marcas, intervalos AV, VA y VV en ms y el electrograma ventricular. La "histéresis" es una función programable en la que el marcapasos disminuye temporalmente su frecuencia de estimulación a p.ej. 50 lpm (usualmente, la frecuencia de base es 60 lpm por defecto, es decir, PP=1 s), con el fin de detectar ritmo propio, en este caso atrial, y que este prevalezca por ser el ritmo fisiológico. El primer latido es en modo DDD (estimulación atrial y ventricular); mediante la histéresis, el marcapasos espera 1,2 s y detecta ritmo sinusal, el cual se mantiene a 60 lpm en los siguientes latidos. Los complejos ventriculares son pseudofusiones, en comparación a la morfología del primero.



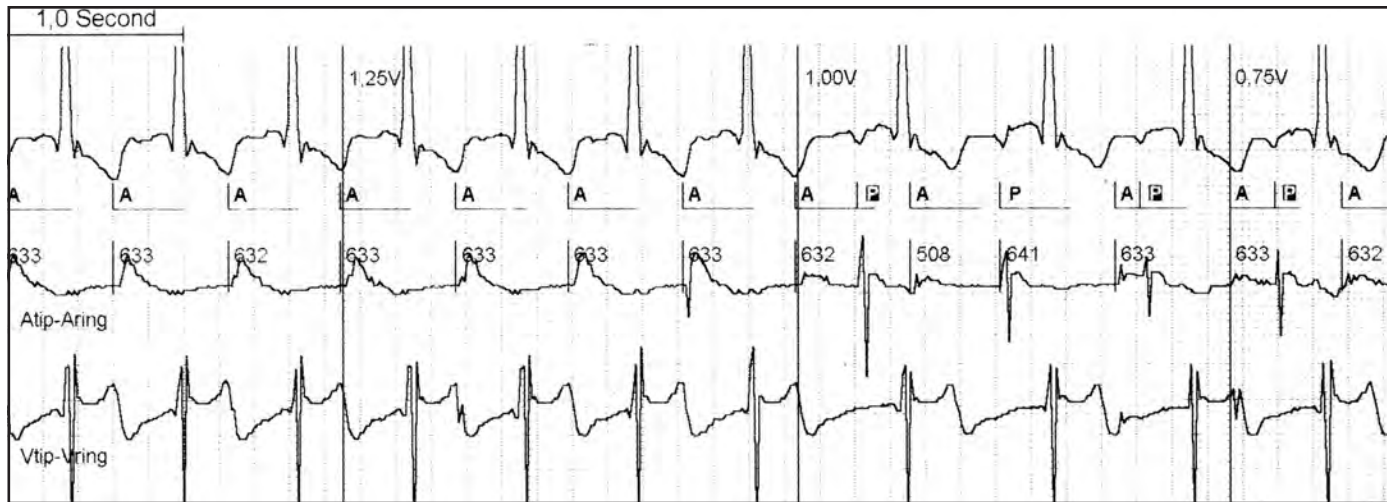
**ECG No. 78.** Derivación II, canal de marcas atrial y ventricular, intervalos PR, RP y RR en ms, y electrograma ventricular. La P indica detección de actividad atrial espontánea y la R detección de actividad ventricular espontánea (el tercer latido); los demás muestran "V" o estimulación ventricular, con mínima alteración en la morfología del QRS en la superficie, pero con espigas presentes; por lo tanto, se trata de fusiones: en el electrograma ventricular la diferencia es manifiesta.



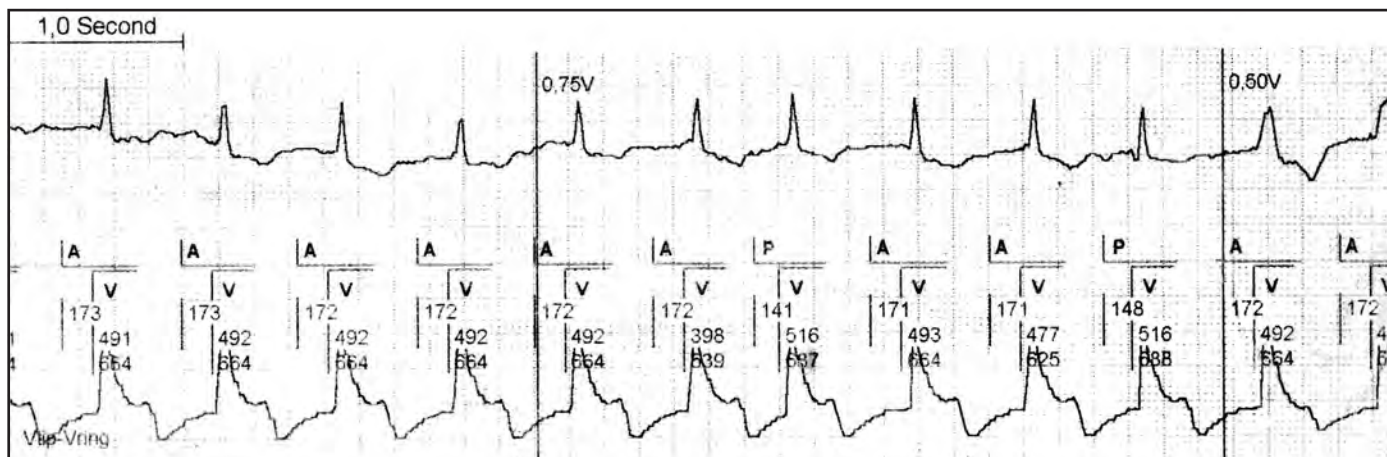
**ECG No. 79.** Derivación III, electrograma ventricular y canal de marcas. Ritmo de marcapasos bicameral en modo VAT: la contracción atrial es detectada (AS) y es seguida de una estimulación ventricular (VP). Se observa un marcador AR: se trata de un evento atrial detectado durante el **período refractario atrial postventricular** (p.ej. una contracción atrial prematura) el cual no es aparente en el ECG de superficie; por aparecer en este período, esta contracción atrial prematura no es seguida por una estimulación ventricular ni modifica el conteo del ciclo atrial. En caso contrario (ECG No. 67 y 69) aparecerá como una contracción atrial prematura seguida de espiga ventricular y QRS ancho estimulado.



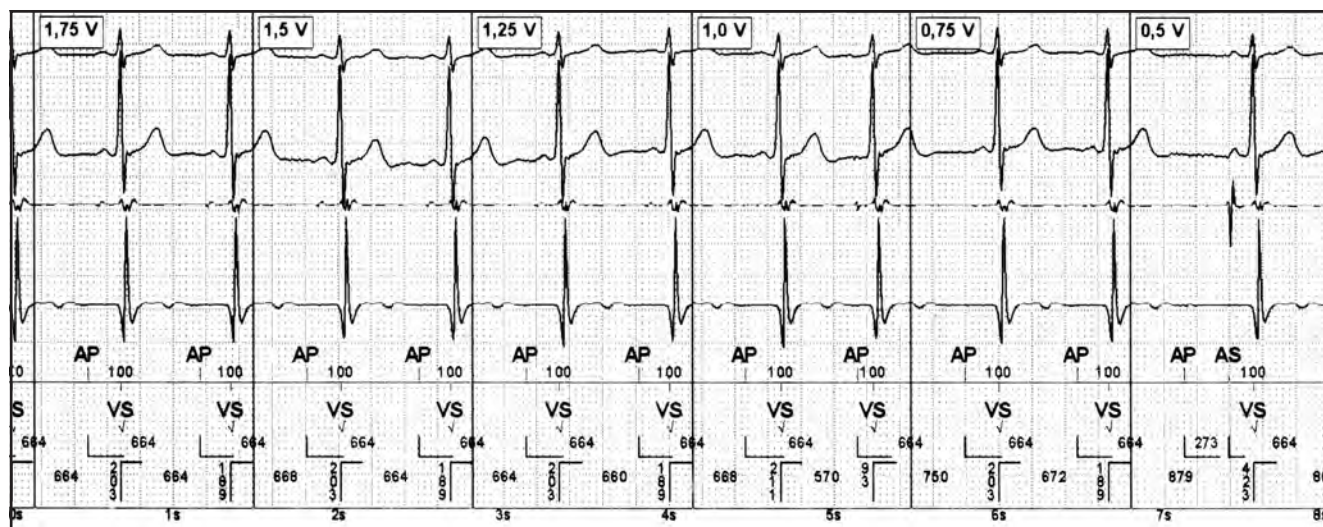
**ECG No. 80.** Una derivación de superficie, canal de marcas e intervalo PP en ms. Modo AAI, es decir, solo estimulación y detección atrial. Valoración del umbral atrial, mediante la disminución progresiva del voltaje de salida. Cada marcador "A" se correlaciona con la presencia de una onda P seguida de QRS, lo que indica que este paciente tiene intacta su conducción AV. Con 0,75 V, una P no tiene QRS pero la siguiente sí: se presentó bloqueo AV de segundo grado, pero aún con adecuada "captura atrial"; la tercera A no tiene onda P y poco después aparece el marcador "P", el cual indica que se ha detectado una contracción atrial propia del paciente, después del envío de la espiga; es decir, no existe captura atrial. Con 0,5 V es similar; el **umbral** (definido como el mínimo voltaje capaz de generar una despolarización) es 0,75 V.



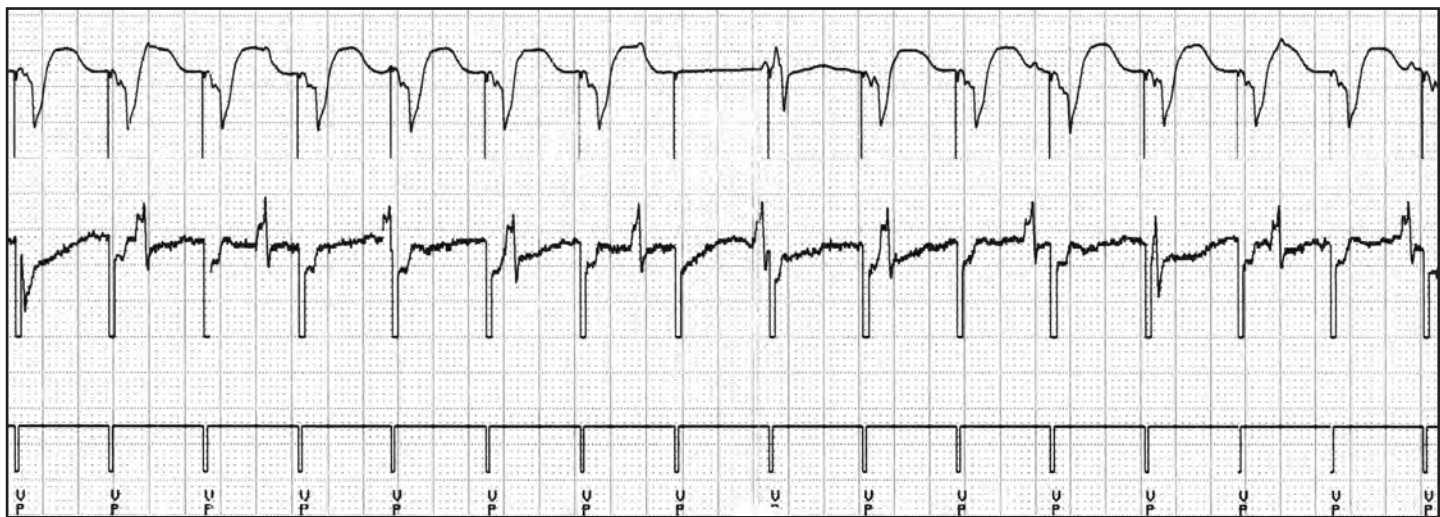
**ECG No. 81.** Una derivación de superficie, el canal de marcas, intervalos AA en ms, electrograma atrial y electrograma ventricular. Prueba de umbral en modo AAI. Es difícil visualizar la onda P periférica durante la estimulación (A), pero como este paciente tiene intacta su conducción AV, se puede deducir que existe captura después de cada A, dado que la frecuencia ventricular es idéntica a la utilizada para estimular el atrio. Al iniciar la estimulación con 1 V, aparecen marcadores "P", es decir, que se está detectando contracciones atriales propias del paciente y la frecuencia ventricular cambia abruptamente, ambos indicativos de pérdida de captura. El umbral atrial es por lo tanto 1,25 V. La morfología del electrograma atrial durante estimulación y durante detección es distintiva.



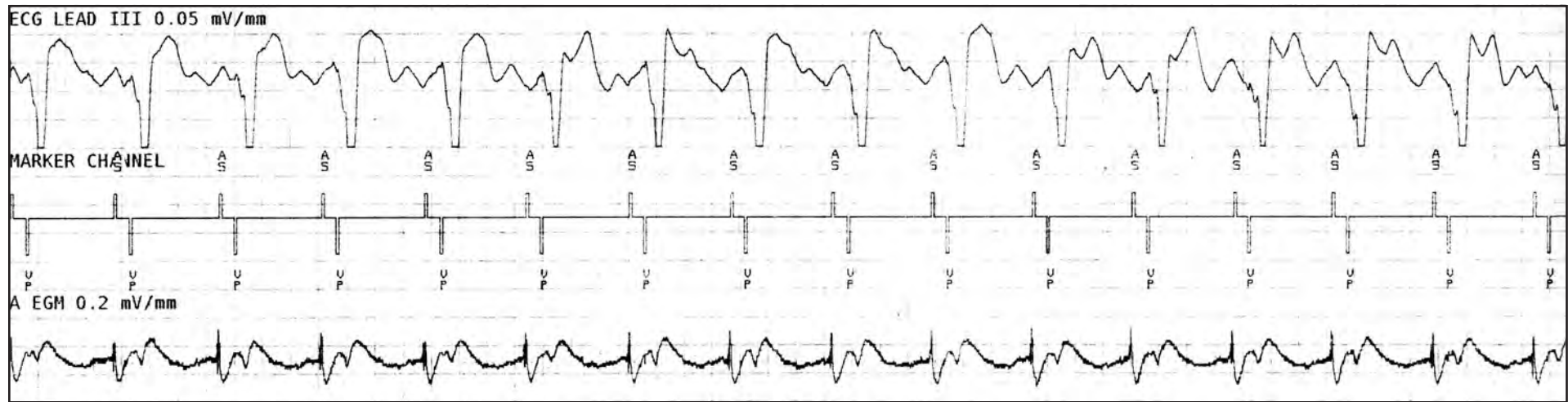
**ECG No. 82.** A diferencia del anterior, en este caso se realiza la prueba de umbral atrial en modo DDD. Una derivación de superficie, canales de marcas, el electrograma ventricular y los intervalos AV, VA y VV en ms. Las contracciones atriales son seguidas por estímulos ventriculares (V), pero los complejos relativamente angostos sugieren que se trata de fusiones y por tanto, el paciente tiene conservada su conducción atrioventricular. En 0,75 V, aparecen dos contracciones atriales prematuras detectadas (séptimo y décimo latidos –este con onda P negativa–, señalados con P) sin interrupción de la secuencia de estimulación. En 0,5 V se mantiene adecuada captura atrial, ahora con estimulación ventricular plena (complejos QRS anchos).



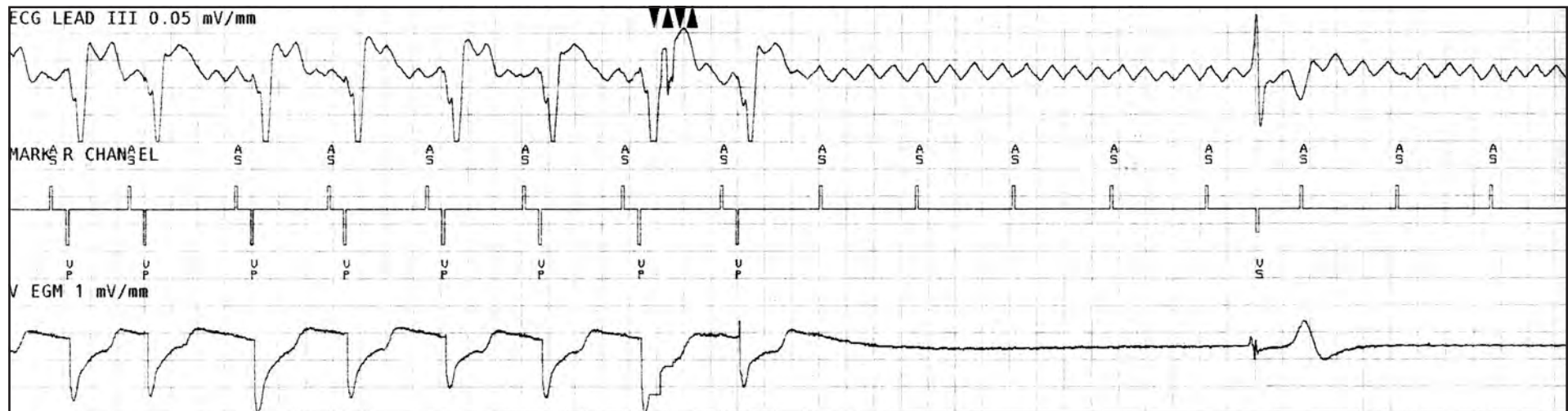
**ECG No. 83.** Dos derivaciones de superficie, electrograma atrial, una tercera derivación de superficie, el canal de marcas y abajo, los intervalos AA, AV y VV en ms. Prueba de umbral atrial programada en modo DDD. La señal atrial estimulada en el electrograma es muy pequeña, pero se correlaciona con el marcador AP y con la onda P periférica, lo que indica adecuada captura atrial. El intervalo AV espontáneo es suficientemente breve como para que se detecte la señal ventricular (VS) y no se estimule a este nivel; es decir, el marcapasos está funcionalmente en modo AVI. Cuando se administra 0,5 V, AP no produce captura atrial: no se ve onda P y más bien aparece una señal fina, de mayor amplitud y detectada como "AS", es decir, detección de una contracción atrial propia del paciente porque falló la captura. El umbral es 0,75 V.



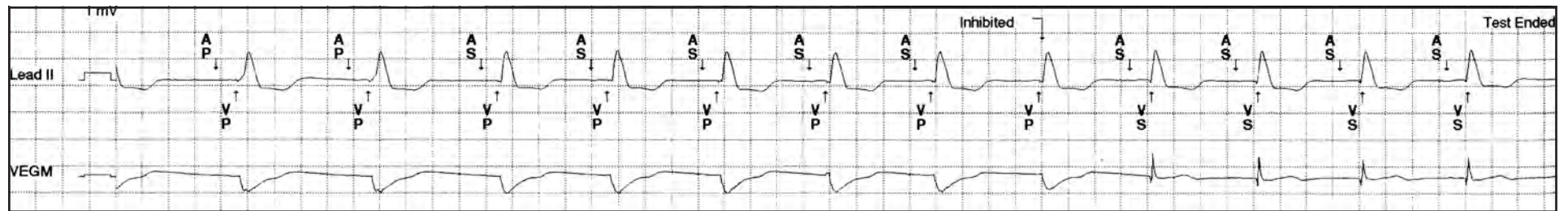
**ECG No. 84.** Derivación II, electrograma atrial y marcas. Durante estimulación ventricular en modo VVI a 120 lpm, se demuestra disociación ventrículo-atrial (actividad atrial positiva, ventricular negativa), lo que indica que no existe conducción retrógrada desde ventrículos hacia atrios, a través del nodo AV. Al centro, un estímulo ventricular pierde captura, sigue un latido ventricular espontáneo relativamente angosto "de escape" y nuevamente estimulación ventricular. Este latido sugiere que también existe bloqueo de la conducción anterógrada a través del nodo AV.



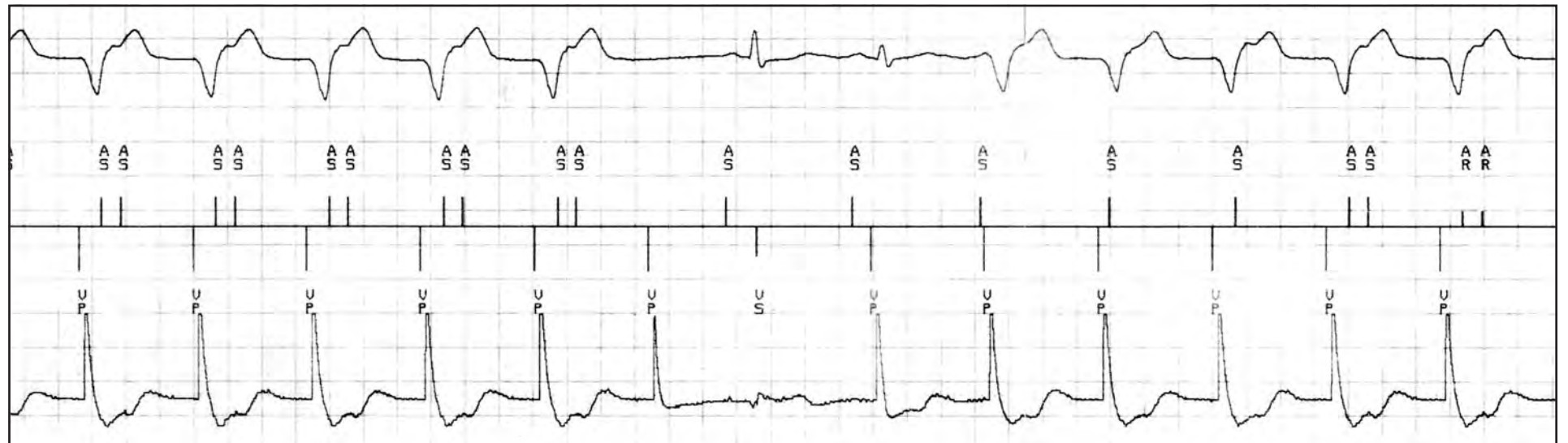
**ECG No. 85.** Derivación III, el canal de marcas y el electrograma atrial. La morfología del ECG periférico sugiere flúter atrial; sin embargo, el canal de marcas muestra la detección de contracciones atriales a la mitad de la frecuencia atrial aparente en la superficie y el electrograma atrial también lo confirma. El seguimiento o *tracking* ventricular es adecuado. Al inhibirse la estimulación (señalada con cuñas en el **ECG No. 86**, abajo; el electrograma es el ventricular), se confirma que el patrón en dientes de sierra es ajeno a la actividad cardíaca –se debe a temblor de extremidades– y que la frecuencia atrial es alrededor de 80 lpm.



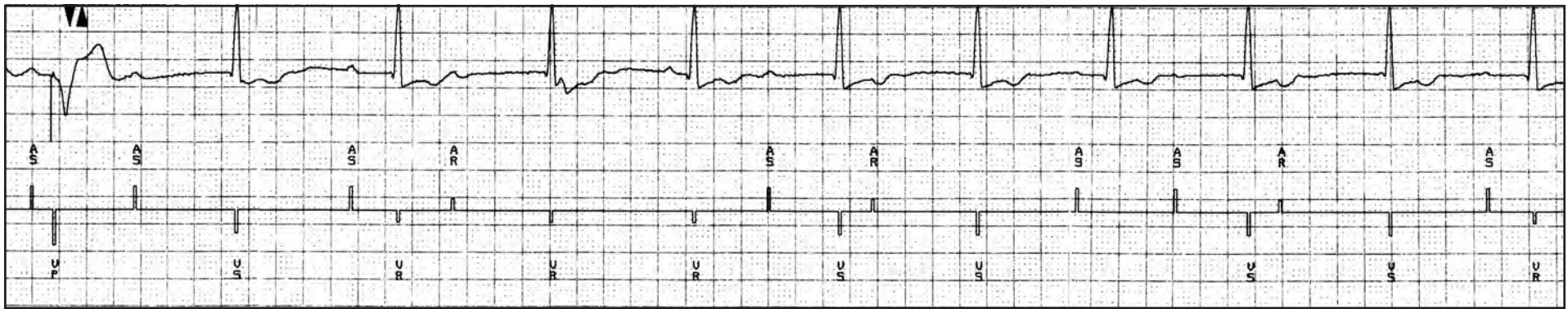




**ECG No. 87.** Derivación II y electrograma ventricular. Los 2 primeros latidos son estimulación atrial (AP) y ventricular (VP), seguidos de detección atrial (AS) y estimulación ventricular. Al inhibirse temporalmente la estimulación, prácticamente no se modifica la morfología del QRS en el ECG de superficie, pero sí lo hace en el electrograma, lo cual indica que el paciente tiene ritmo sinusal de base y bloqueo de rama izquierda del haz de His.

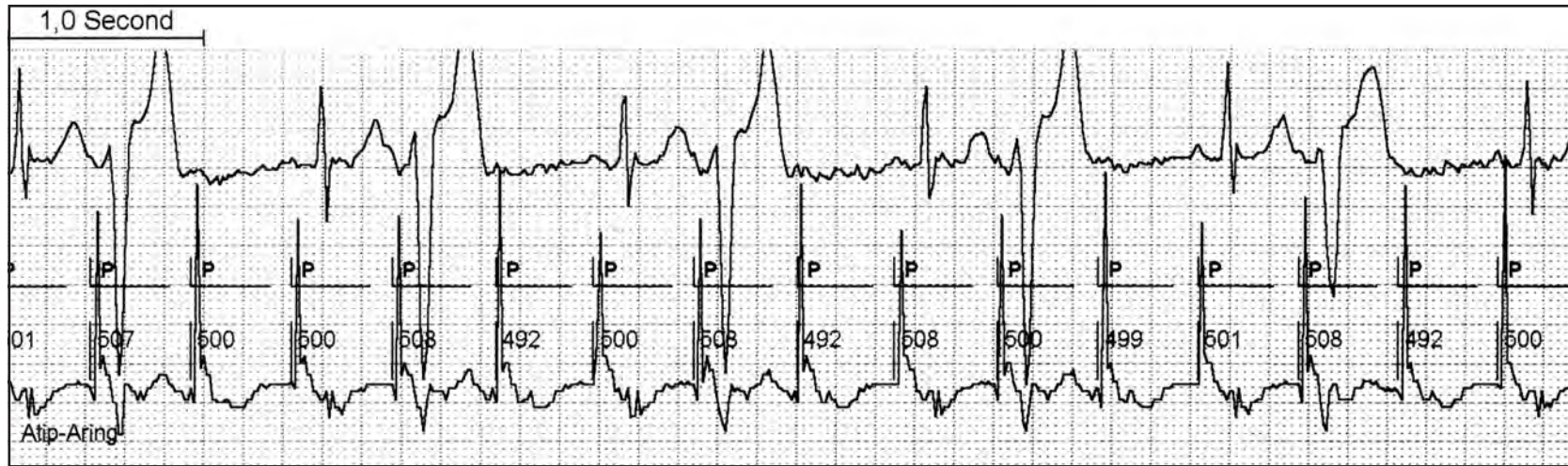


**ECG No. 88.** Una derivación de superficie, canal de marcas, electrograma ventricular. Marcapasos bicameral en modo temporal VVI. Aunque no se ven ondas P retrógradas durante la estimulación del ventrículo derecho, los marcadores indican 2 señales atriales detectadas: la primera, coincide con el QRS estimulado el cual es detectado como si fuera atrial (fenómeno denominado “sobre-detección de onda R de campo lejano”) y la segunda, muy probablemente, una contracción atrial retrógrada. Al centro, un estímulo ventricular no es capturado; entonces aparece ritmo sinusal con su respectivo QRS angosto; el siguiente, también es sinusal pero durante el intervalo PR ocurre un QRS estimulado (complejo de fusión) lo que explica el intervalo AS-VP breve. Los siguientes son latidos estimulados, con adecuada captura y en los últimos 2, nuevamente con doble detección atrial.

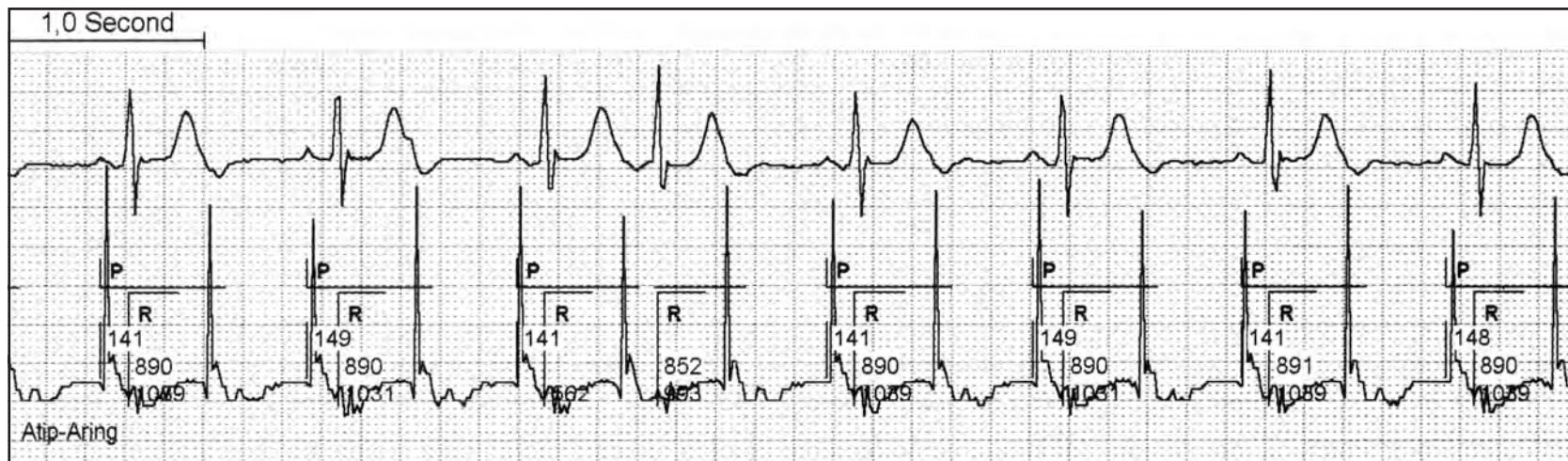


**ECG No. 89.** Derivación II y canal de marcas. Al inicio, se inhibe la estimulación (cuñas, arriba) para valorar el ritmo propio de base. El paciente tiene un bloqueo AV completo, disociación atrioventricular y ritmo de escape de complejos QRS angostos. AR indica que se detectó actividad atrial durante el **período refractario ventricular post-ventricular**, definido como el período transcurrido después de la contracción o estimulación ventricular en el cual, la actividad atrial detectada no será seguida por una ventricular. En este período se impide el seguimiento o *tracking*. En donde se espera que aparezca una contracción atrial y se inscribe un QRS, no se muestra ningún marcador atrial, debido a que, esta se ha presentado durante el **período de ceguera atrial postventricular**, definido como el periodo inmediatamente después de la contracción ventricular en el cual no se registrará ningún evento atrial (Fig. 11). La detección atrial es “ciega” en ese momento, para que no se detecte al QRS como si fuera actividad atrial espontánea; si esto ocurriese, se inhibe la estimulación atrial, lo cual solo debe ocurrir cuando se detecta actividad atrial real. Esa situación no deseada se denomina “conversación cruzada” o “*crosstalk*” y puede ocurrir eventualmente también en el ventrículo durante la contracción atrial. Por tanto, también existe un “**período de ceguera ventricular**”.





**ECG No. 91.** Derivación II, canal de marcas atriales, electrograma atrial. Marcapasos bicameral en modo AAI. En apariencia, en la superficie se observa ritmo sinusal con CPV bigeminadas; sin embargo, el electrograma atrial delata que se trata de un ritmo atrial rápido (señalado con P), regular, ciclo de aproximadamente 500 ms (unos 120 lpm), adecuadamente detectado con conducción AV 3:2; el segundo complejo QRS de cada secuencia, tiene bloqueo de rama funcional. La tercera P no tiene seguimiento ventricular por que está en modo AAI. En el **ECG No. 92**, abajo, el marcapasos se programa en modo DDD: el canal de marcas, por tanto, es atrial y ventricular. El mismo patrón aparente en la superficie, ritmo sinusal con una CPSV, pero es la misma taquicardia atrial con conducción AV en este momento 2:1, con excepción del latido del centro (3:2). El período refractario atrial ahora es mucho más largo –línea horizontal que se inicia con el marcador P– porque se suma otro período refractario: el “postventricular” o PVARP, el cual se inicia con el QRS. Entonces, ahora se detectan las contracciones de la taquicardia atrial en forma intermitente (compárese la frecuencia de la P detectada con el ECG anterior) y por lo tanto, la segunda P no es seguida de un marcador ventricular por aparecer durante el período refractario. El complejo del centro, que es un QRS originado en una contracción atrial, es detectado como un evento ventricular a partir del cual también se inicia un PVARP. Este es un buen ejemplo de la información importante que aportan estos registros intracavitarios y los marcadores..



## Funciones especiales

Estas herramientas se programan según ciertas necesidades individuales en cada paciente. Las más utilizadas son:

**Acortamiento fisiológico del intervalo AV.** Tal como ocurre durante el ejercicio; determina un mejor desempeño hemodinámico en este contexto.

**Búsqueda del intervalo AV.** Para los pacientes en quienes no es necesaria la estimulación ventricular, como en el caso de la enfermedad del nodo sinusal con nodo AV intacto. Mediante diferentes algoritmos, el dispositivo explora periódicamente si existe actividad ventricular espontánea con la prolongación temporal del intervalo AV para su detección. Mientras así suceda, el modo de estimulación predominante será AAI.

**La estimación automática del umbral.** Permite administrar voltajes supraumbrales en márgenes razonables, lo cual evita el exceso de voltaje administrado cuando éste es un valor fijo programado

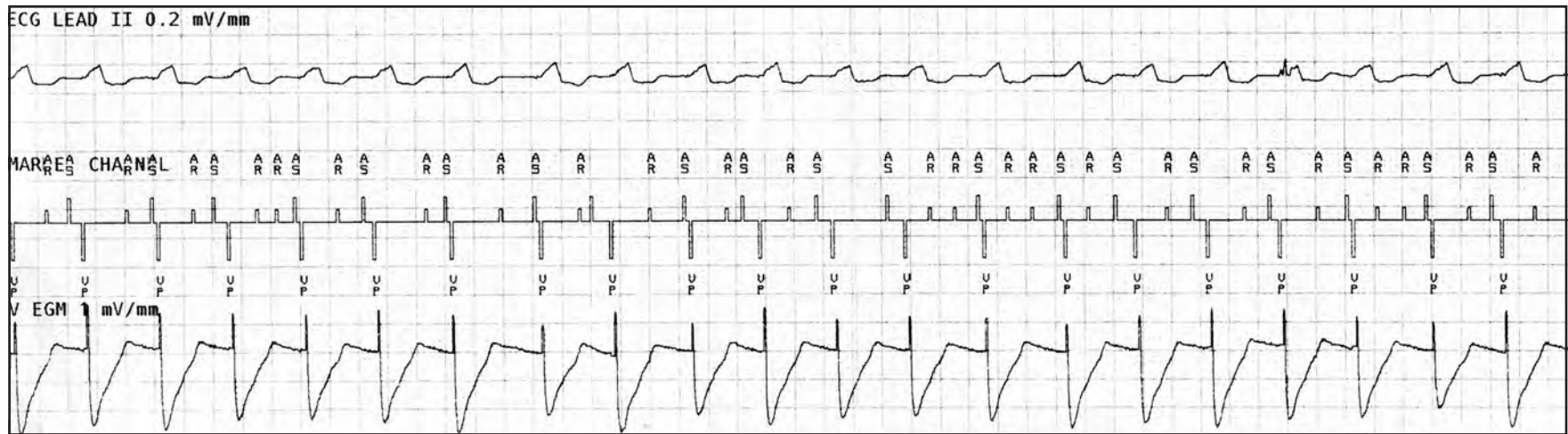
**Estimulación ventricular de seguridad durante el intervalo AV.** Si se detecta la espiga atrial durante este período, se puede inhibir el envío de la espiga ventricular y el paciente presentar asistolia ventricular. O si se trata de CPVs mecánicamente ineficientes, que aparecen por coincidencia en este período, el marcapasos se mantiene inhibido, lo que puede disminuir indeseablemente el gasto cardiaco. Esta función evita esta situación hipotética: se envían “estímulos de seguridad” ventriculares durante esta ventana del intervalo AV, el denominado “período refractario relativo atrial”.

**Respuesta a la caída de la frecuencia cardiaca.** En los pacientes con bradicardia súbita (síncope neurocardiogénico), esta función inicia la estimulación a una frecuencia relativamente elevada y la va disminuyendo progresivamente en los siguientes minutos hasta alcanzar el valor de frecuencia de estimulación basal, con el fin de dar un soporte hemodinámico adicional en esta situación.

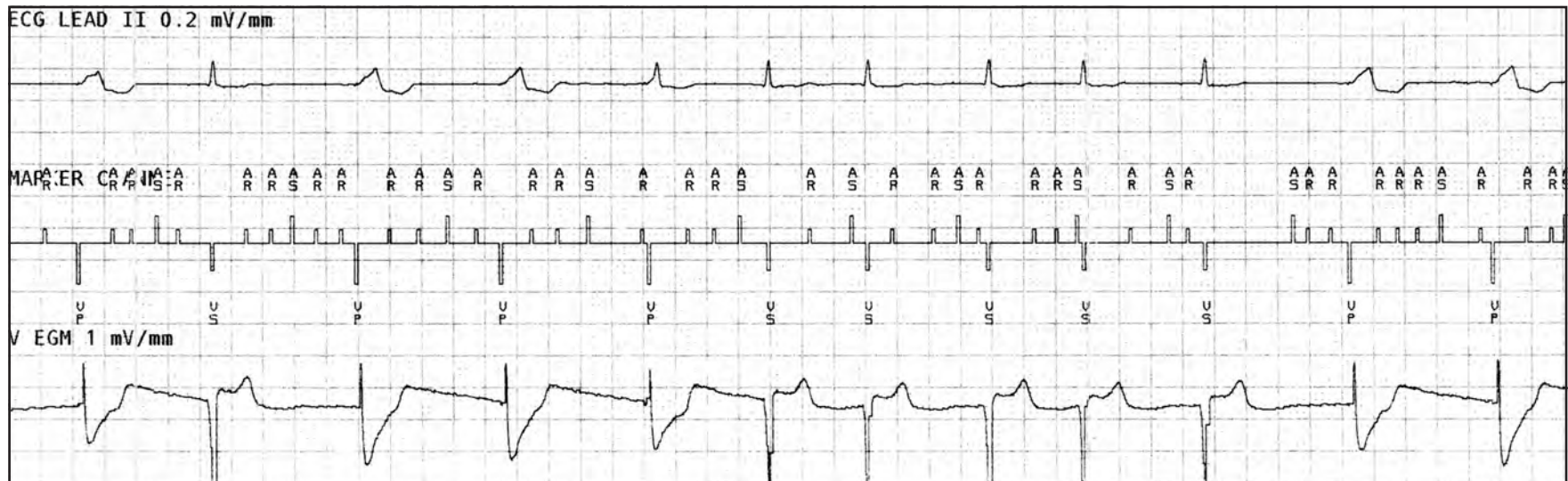
**Atenuación ante la variación del intervalo PP o RR.** En los casos de fibrilación atrial o de CPV frecuentes, existen variaciones marcadas en estos intervalos, respectivamente. Esta situación indeseable es arritmogénica, por lo que con esta función, el dispositivo envía estímulos a un intervalo PP o RR promedio previamente calculado, de manera que disminuye tal variación y la frecuencia cardiaca es más regular.

**Respuesta a la taquicardia mediada por marcapasos.** Esta función, detecta la presencia de contracciones atriales retrógradas y prolonga, en tal caso, el período refractario atrial postventricular más allá del valor basal; de esta forma, se interrumpe la taquicardia.

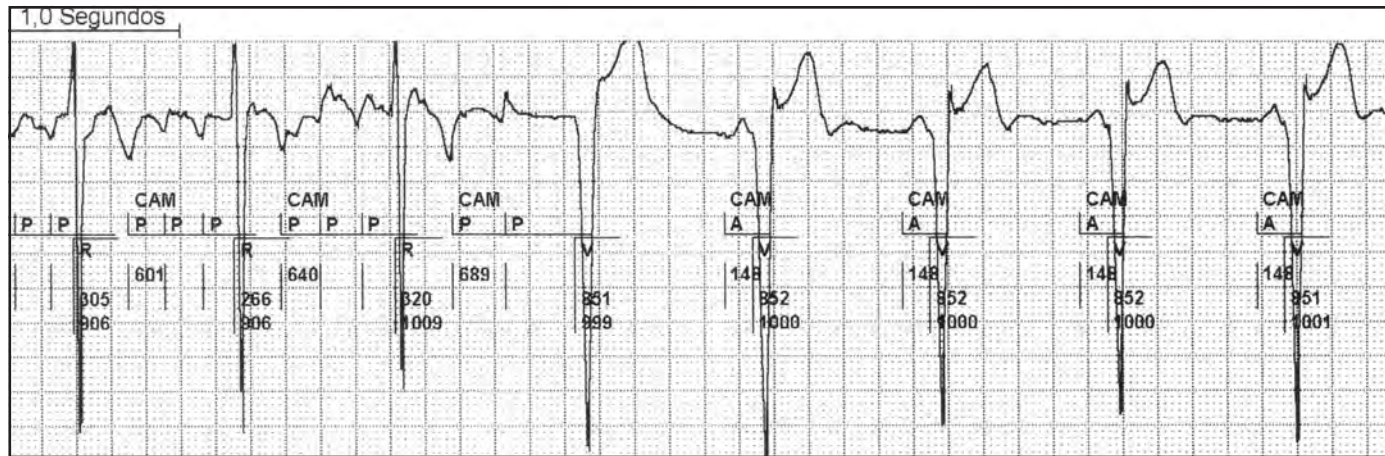
**Intervención ante taquicardia atrial.** Sea a través de atenuación de la variación del intervalo PP por la presencia de CPSV frecuentes o bien, mediante intervención directa sobre la taquicardia, existen varias funciones que previenen o interrumpen taquicardias atriales mediante sobreestimulación y otras modalidades.



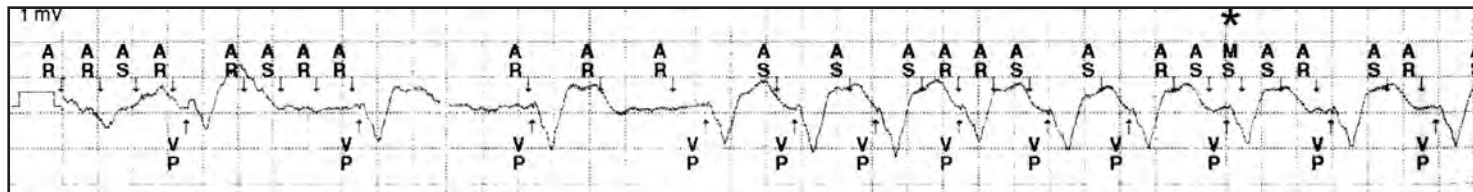
**ECG No. 93.** Derivación II, canal de marcas y electrograma ventricular. Paciente portador de un marcapasos DDD, presentó súbitamente una taquicardia atrial rápida (ciclo de 150 ms, frecuencia atrial 400 lpm, aproximadamente, AS y AR), consultó por palpitations rápidas. Dado que el marcapasos normalmente responde con un "disparo" ventricular ante cada contracción atrial detectada, existe un parámetro programable: la "**frecuencia máxima de seguimiento**", la cual establece el máximo número de contracciones ventriculares por minuto en respuesta a las atriales, en este caso, unos 130 lpm. Por encima de ese valor, se pierde la relación AV 1 a 1, pero aún así, el paciente presenta frecuencias ventriculares estimuladas elevadas (VP). Entonces, se encendió otro parámetro, el "**cambio automático de modo**", en el que el dispositivo pasa automáticamente a modo de estimulación unicameral VVI, en cuanto se detecta una frecuencia atrial elevada; a pesar que persiste la taquiarritmia atrial, se evita la frecuencia ventricular rápida (**ECG No. 94**, abajo, los mismos canales); algunos latidos son espontáneos (VS). Este escenario se trata con fármacos que incrementan la conducción decremental del nodo AV, de modo que se disminuya la frecuencia ventricular propia. En el caso que la taquiarritmia atrial revierta, nuevamente el marcapasos retorna automáticamente al modo de estimulación bicameral, DDD.



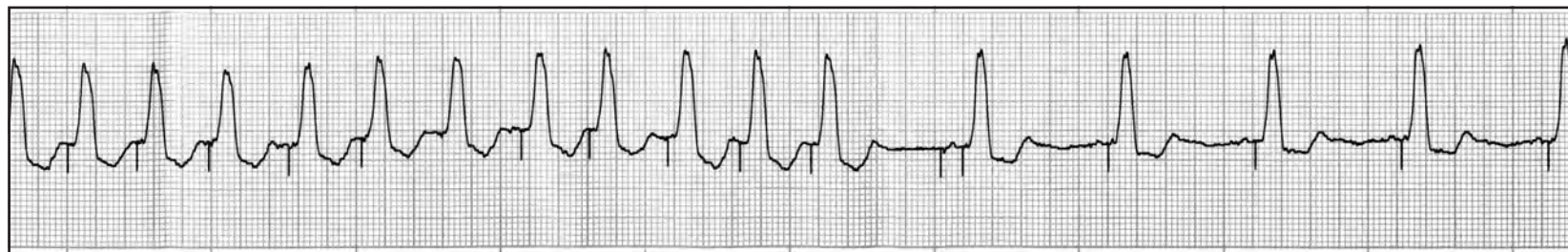




**ECG No. 97.** Derivación II, canal de marcas e intervalos AV, VA y VV. El paciente se encuentra en flúter atrial, detectado y señalado como "P" a unas 300 contracciones atriales por minuto; los latidos ventriculares espontáneos (V) ocurren a unos 65 lpm. El indicador "CAM" revela que el marcapasos está ejecutando el "cambio automático de modo" pues, de otra manera, se observarían contracciones ventriculares estimuladas según como lo permita la frecuencia máxima de seguimiento. Espontáneamente cesa el flúter, reaparece el ritmo sinusal y nuevamente se ejecuta el "CAM", esta vez a modo DDD; en efecto, cada estímulo atrial (A) es ahora seguido por una contracción ventricular (V) en forma secuencial.

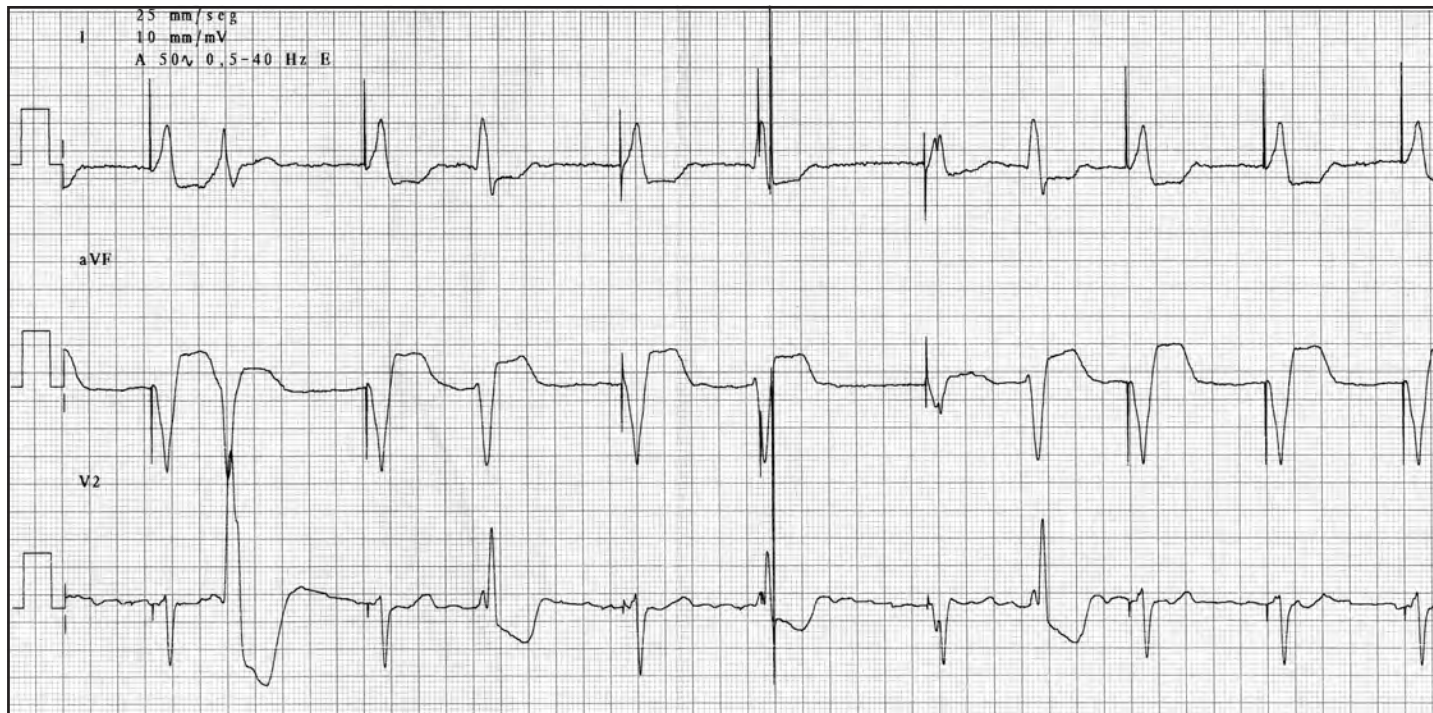


**ECG No. 98.** Derivación III. El paciente se encuentra en taquicardia o fibrilación atrial. Al centro, a pesar de persistir con el mismo ritmo, su insuficiente detección es diagnosticada erróneamente como su terminación; vuelve entonces a aparecer elevada frecuencia ventricular. El marcapasos reinicia luego la detección de taquiarritmia y automáticamente vuelve a ejecutar el cambio de modo (MS) señalado con (\*).

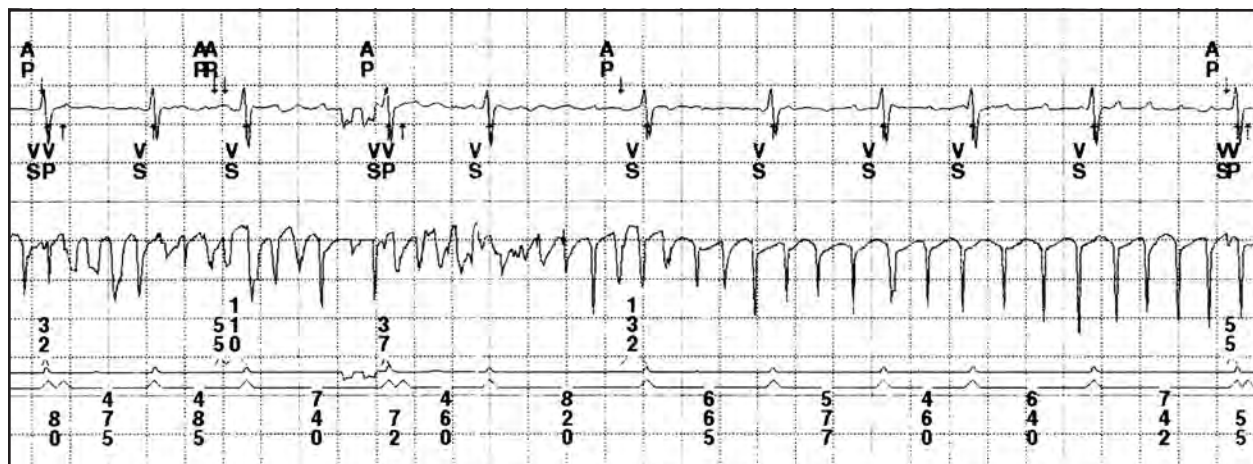


**ECG No. 99.** Derivación I. El paciente se encuentra en taquicardia atrial, aproximadamente 150 lpm, el marcapasos le da seguimiento a cada contracción atrial, en una relación 1 a 1. En la mitad del trazado, la taquicardia cesa espontáneamente y se reinicia estimulación DDD en el primer latido y luego VAT en los siguientes. Este hallazgo sugiere que la función "cambio de modo automático" se ha programado en un valor de detección mayor de 150 lpm o que está apagada.



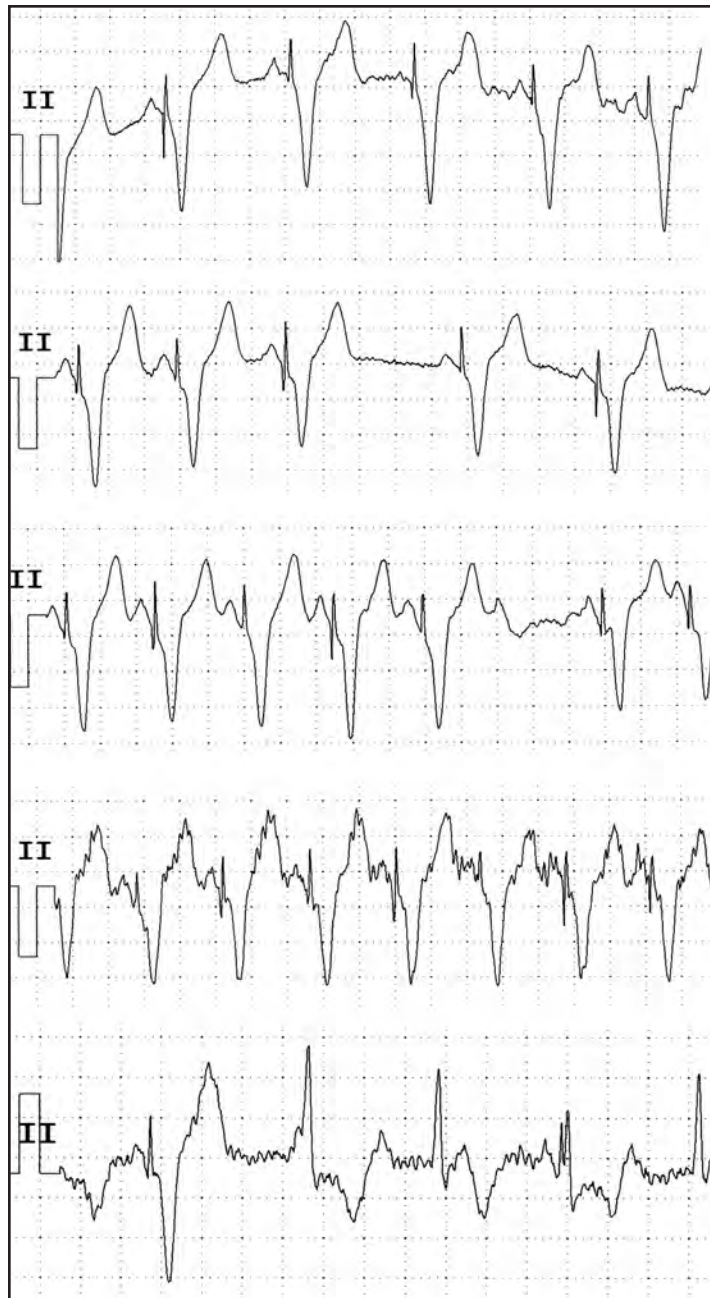


**ECG No. 100.** Derivaciones I, aVF y V5. Marcapasos bicameral en modo DDI programado a 60 lpm, debido a que se ha ejecutado automáticamente la función “cambio automático de modo”. Dado que la fibrilación atrial por lo general es insuficientemente detectada, transcurrido el intervalo PP de base programado sin que medie alguna detección, se envía un estímulo atrial (al centro), seguido de un estímulo ventricular “de seguridad”; este, sin embargo, aparece coincidentemente durante un latido propio ventricular, el cual impide que se despolarice el miocardio, por encontrarse en periodo refractario. Esta situación se debe a subdetección atrial, pero no ventricular. Los últimos 3 complejos estimulados sugieren que la fibrilación atrial es detectada, al menos en forma parcial, dado que permite administrar estímulos ventriculares a 60 lpm, sin necesidad de estimulación atrial.

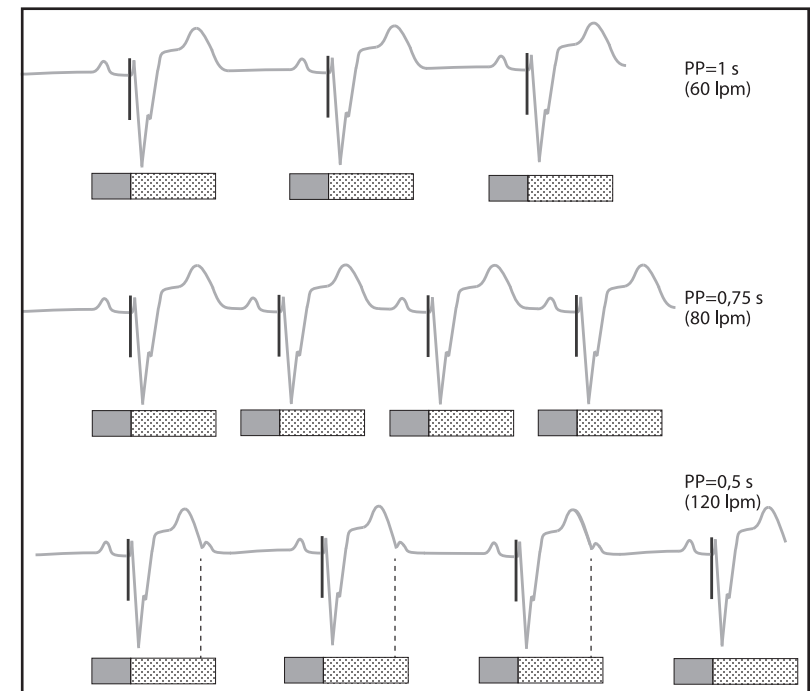


**ECG No. 101.** Derivación II, electrograma atrial y los intervalos AA y VV. Se evidencia fibrilación atrial en el electrograma atrial (ritmo de alta frecuencia, desorganizado, de amplitud variable). Se ha ejecutado el cambio automático de modo (pasa a modo DDI) y dado que la taquiarritmia es deficientemente detectada, el marcapasos envía estímulos atriales (AP) ante la supuesta falta de actividad espontánea; en el primero y en el tercero, después de la contracción atrial, aparece un QRS que es detectado (VS) durante el “período refractario ventricular relativo” (pág. 66); por tal motivo, se envía un “estímulo ventricular de seguridad” (VP) inmediatamente después. AR indica que se ha detectado una contracción atrial durante el período refractario atrial postventricular. Esta situación es usual, dada la baja amplitud de los potenciales atriales en este contexto. A la mitad del trazado, espontáneamente la taquiarritmia se organiza y se torna regular, con un ciclo atrial de unos 180 ms –330 lpm– que tampoco es adecuadamente detectada pero que produce elevada frecuencia ventricular de complejos angostos. Como consecuencia de la insuficiente detección, al final se observa nuevamente un estímulo ventricular de seguridad, el cual no captura por encontrarse el miocardio en periodo refractario.

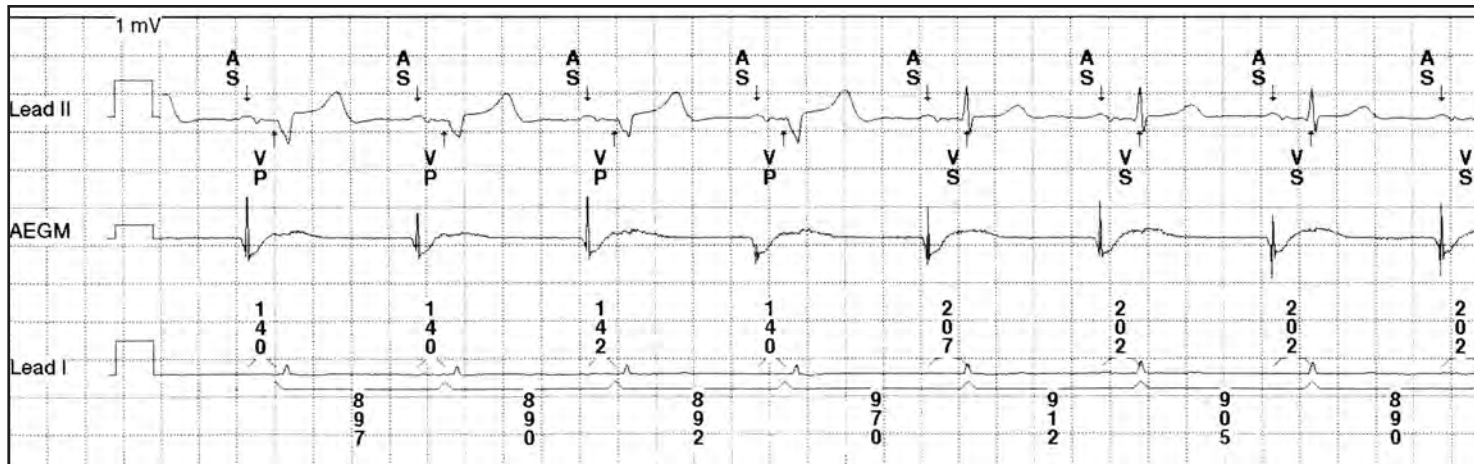




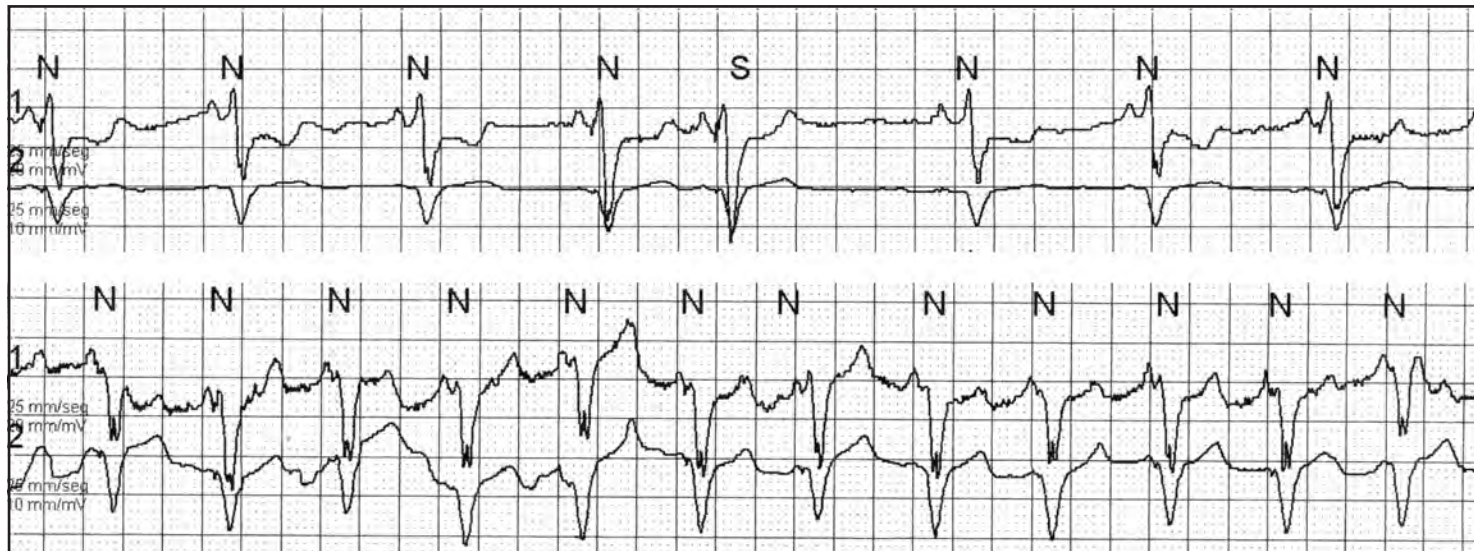
**ECG No. 103.** Derivación II. Electrocardiograma de esfuerzo en un paciente de 30 años con un marcapasos DDD implantado por bloqueo AV completo congénito. Arriba, ECG basal, en el cual se observa modo de estimulación VAT (detección atrial, estimulación ventricular); la onda P tiene discretas variaciones en su morfología. En los primeros minutos del ejercicio (2a fila), el paciente presenta variación marcada del ciclo sinusal, evidenciado en la irregularidad de los intervalos PP y RR, aunque siempre con adecuado funcionamiento del marcapasos, el cual continúa en modo VAT. Durante el máximo esfuerzo (3a fila), la frecuencia atrial supera discretamente los 130 lpm programados como “**máxima frecuencia de seguimiento**” (*maximal tracking rate o upper rate limit*) por lo cual, existe prolongación progresiva del intervalo PR (o P-espiga), hasta que una onda P no tiene espiga ni QRS (“**fenómeno de Wenckebach electrónico**”). El marcapasos espera la próxima onda P espontánea y vuelve a estimular en modo VAT. Esta situación se resuelve fácilmente incrementado el valor programado de la frecuencia máxima que el marcapasos pueda alcanzar, cada vez que detecten contracciones atriales espontáneas (4a fila). Es necesario también que exista la función “PVARP dinámico” (figura 12, abajo). En el postesfuerzo inmediato (última fila), la primera onda P es seguida de estimulación ventricular y luego aparece ritmo de la unión AV de complejos angostos y disociado de la actividad atrial, un hallazgo habitual en este tipo de pacientes; la onda T del siguiente latido es seguida de una onda P que no es debidamente seguida de una espiga, probablemente, por haber aparecido durante el **PVARP**, el cual también se ejecuta con los latidos espontáneos. El cuarto QRS tiene onda P, seguida de una espiga que genera un latido de fusión y al final de la onda T, nuevamente una onda P sin espiga subsiguiente ni complejo QRS.



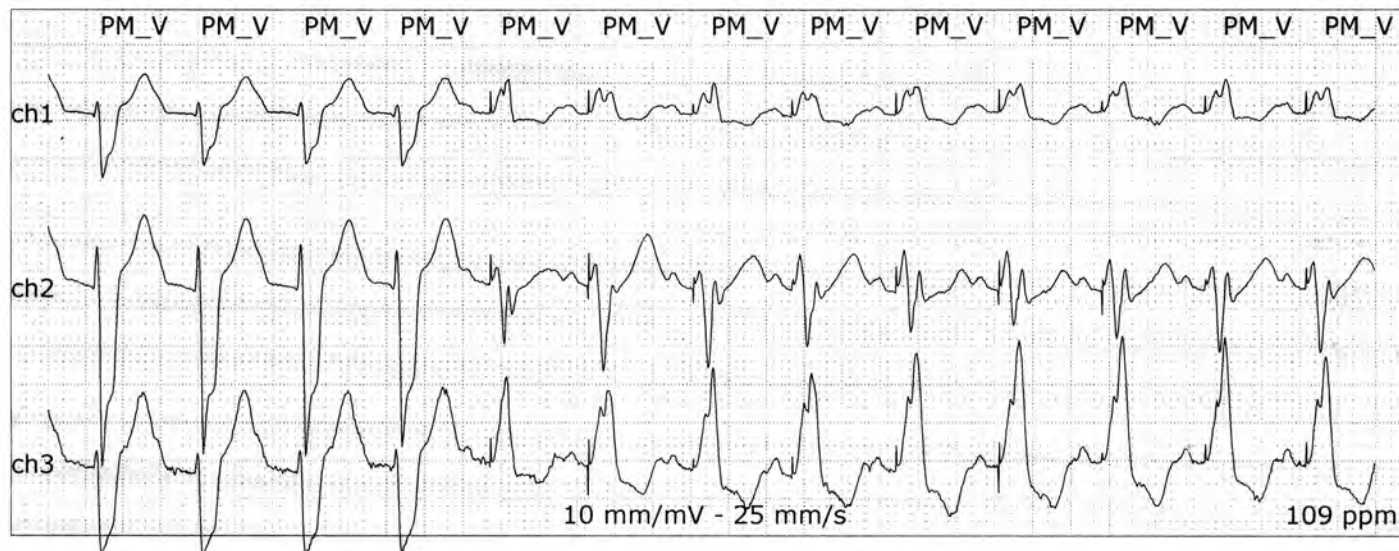
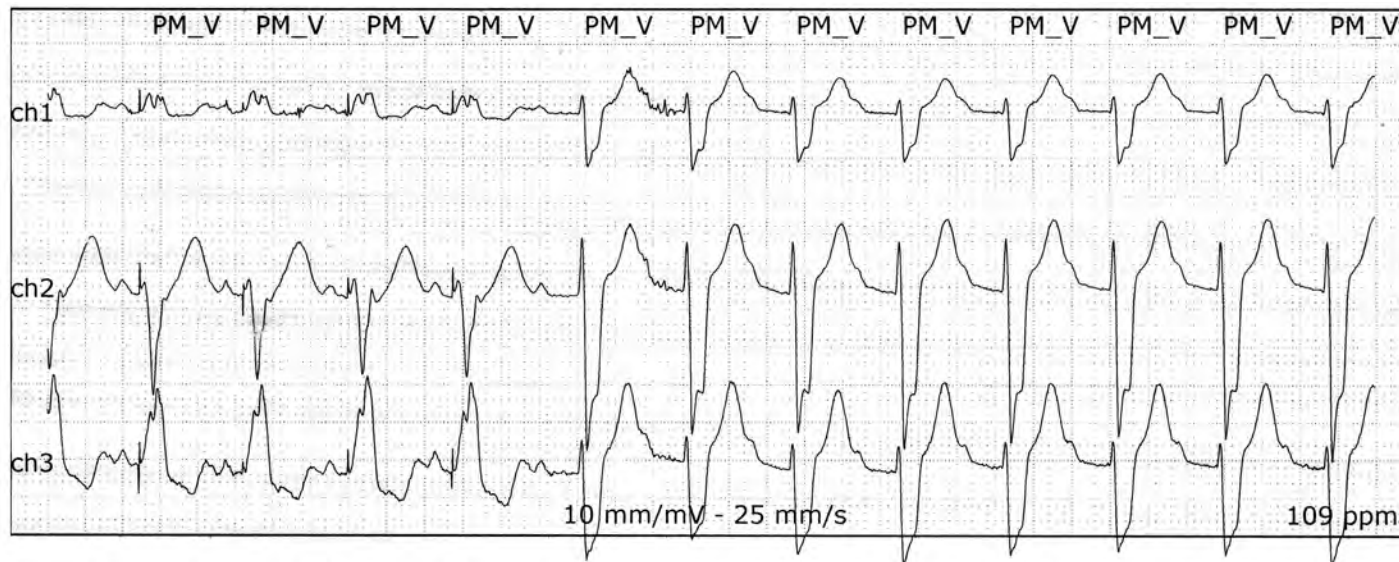
**Fig. 12.** El esquema muestra ritmo de marcapasos en modo VAT (detección atrial, estimulación ventricular); en gris, intervalo AV; en punteado, período refractario atrial postventricular (PVARP). La suma de ambos, el **período refractario atrial total**, determina la frecuencia máxima que puede tener seguimiento: si en el contexto de taquicardia sinusal o atrial, la onda P se inscribe durante el PVARP (abajo, línea punteada); esta contracción atrial no será seguida de una ventricular. Entonces, aparece un bloqueo AV electrónico o una relación AV > 1. Para evitar esta situación durante el ejercicio, la mayoría de los marcapasos tienen el PVARP ajustable a la frecuencia cardíaca o “PVARP dinámico”; es decir, este período refractario se acorta en proporción directa a la estimulación o detección atrial alcanzada.



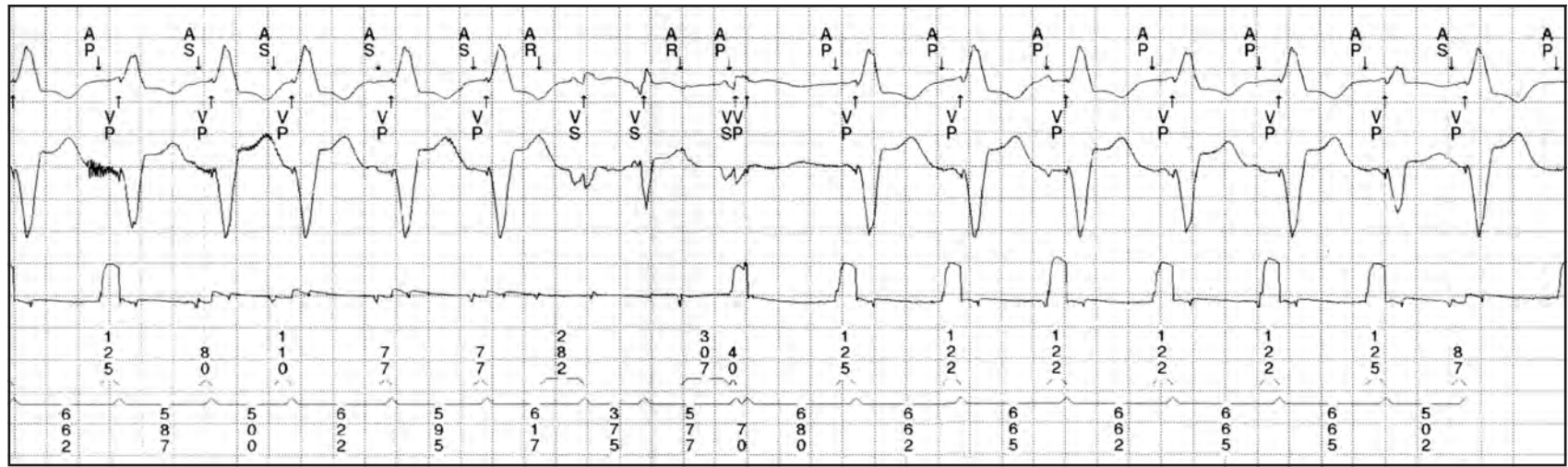
**ECG No. 104.** Derivación II, electrograma atrial, intervalos AV y VV. El paciente se encuentra en este momento en modo de estimulación VAT (detección atrial y seguimiento ventricular), con un intervalo AV programado en 140 ms. A partir del sexto latido, el intervalo AV es automáticamente prolongado por el dispositivo, en este caso a 200 ms, parámetro denominado “**búsqueda del intervalo AV espontáneo**”, con el fin de permitir predominio de la actividad espontánea ventricular (ahora en modo AAI) y se evite la estimulación ventricular innecesaria, como en este caso. En los pacientes con disfunción contráctil o fibrilación atrial crónica, la estimulación ventricular innecesaria produce un efecto adverso en su pronóstico. Desde luego, esta función no se debe encender en los pacientes que tienen bloqueo AV completo, a menos que sea intermitente.



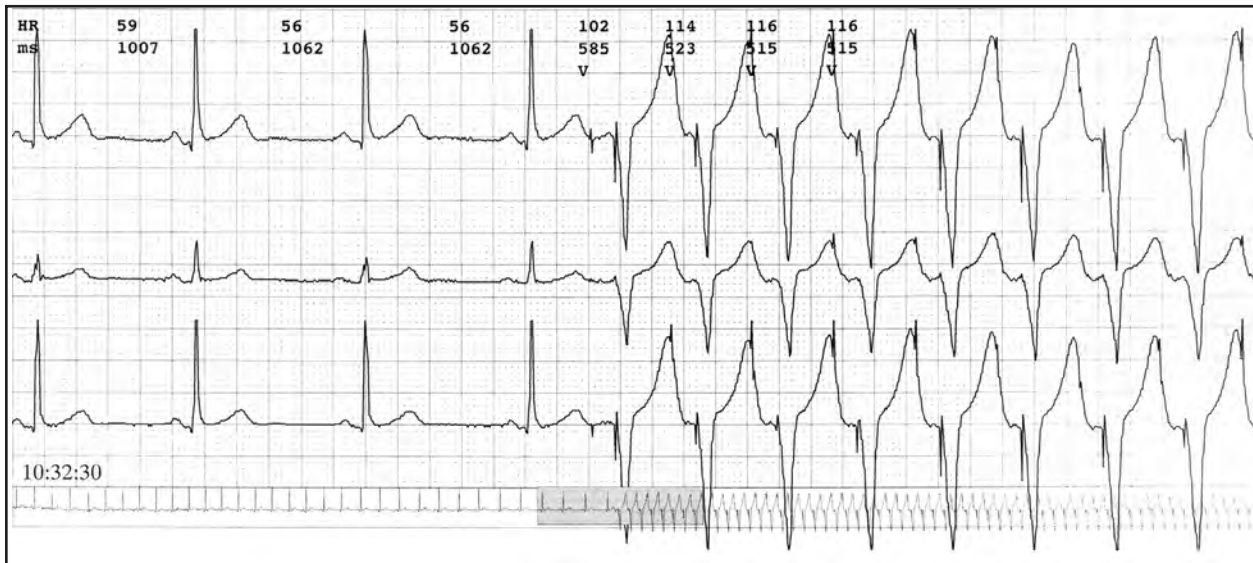
**ECG No. 105.** Arriba. Dos derivaciones obtenidas de registro Holter. Ritmo de marcapasos en modo VAT en reposo, frecuencia cardiaca en 65 lpm. Intervalo P-V programado=130 ms. S indica una contracción prematura supraventricular adecuadamente detectada, seguida de la respectiva contracción ventricular estimulada. En otro momento del día (abajo, las mismas derivaciones), mientras el paciente hace ejercicio, aumenta la frecuencia sinusal y el marcapasos da seguimiento a cada contracción atrial con un estímulo ventricular, siempre en modo VAT. El intervalo PR ahora es 90 ms; el dispositivo acorta **automáticamente el intervalo AV**, en relación directa al incremento de la frecuencia cardiaca, tal como es la fisiología normal de la conducción AV durante el ejercicio.



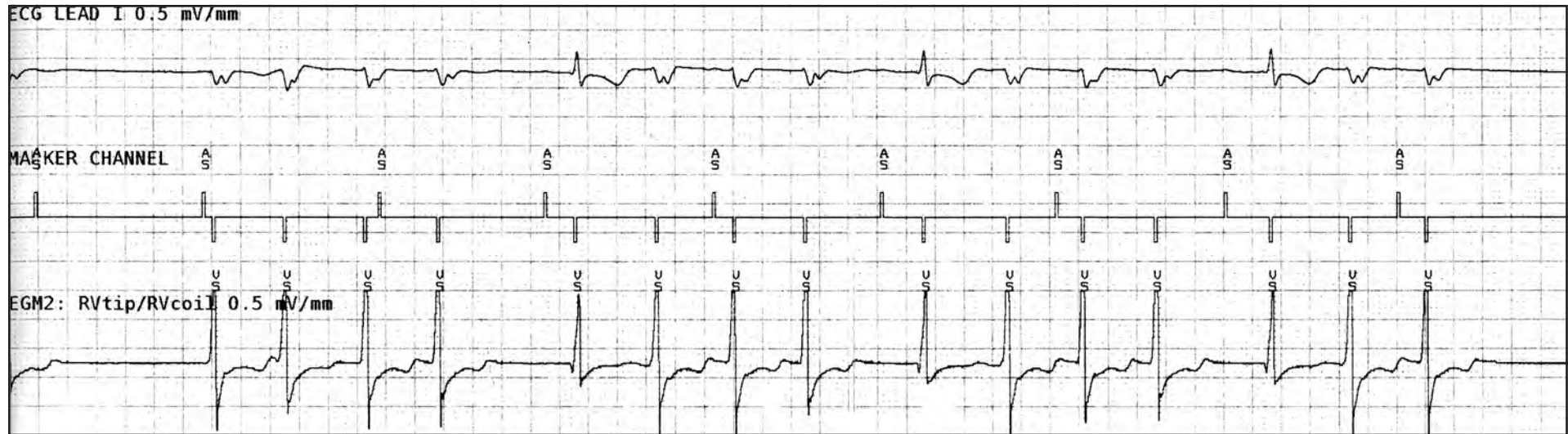
**ECG No. 106. Búsqueda del intervalo AV espontáneo.** Tres canales de registro Holter. Arriba, ritmo de marcapasos en modo VAT (detección atrial, estimulación ventricular). En el sexto latido, el marcapasos prolonga intencionalmente el intervalo AV para buscar si existe ritmo propio ventricular; en efecto, continúa el ritmo sinusal con complejos QRS anchos e intervalo PR prolongado (0,28 s). La onda P se dibuja al final de la T del latido precedente. Abajo, alcanzado un intervalo PR máximo o si se detecta ausencia de conducción AV, el marcapasos reinicia el modo VAT al intervalo PR programado de base. En pacientes con disfunción contráctil severa, es preferible mantener el ritmo propio en lugar de la estimulación ectópica con marcapasos, al menos durante los períodos en los que existe ritmo sinusal. Si el paciente es dependiente del marcapasos, es preferible entonces utilizar estimulación biventricular o "resincronizador".



**ECG No. 107.** Derivaciones II, III, electrograma atrial e intervalos AV y VV. El primer latido es estimulado en ambas cámaras, seguido de contracciones atriales adecuadamente detectadas (AS), con el respectivo seguimiento ventricular (VP). La sexta contracción atrial –prematura– es detectada durante el periodo refractario atrial (AR); siguen 2 complejos ventriculares adecuadamente detectados (VS), posiblemente 2 CPV; la segunda, con contracción atrial retrógrada (AR) detectada durante el PVARP. Y luego un estímulo atrial (AP); inmediatamente aparece otra CPV de idéntica morfología a la primera (VS) y 40 ms después una espiga ventricular (VP), que no logra despolarizar el miocardio por encontrarse en periodo refractario. En este caso, en que aleatoriamente aparece una CPV durante el intervalo AV, el marcapasos ejecuta la “**estimulación ventricular de seguridad**”, diseñada para prevenir asistolia en el caso que se detecten espigas atriales que inhiban la estimulación ventricular. Después del evento, sigue estimulación bicameral (AP-VP).

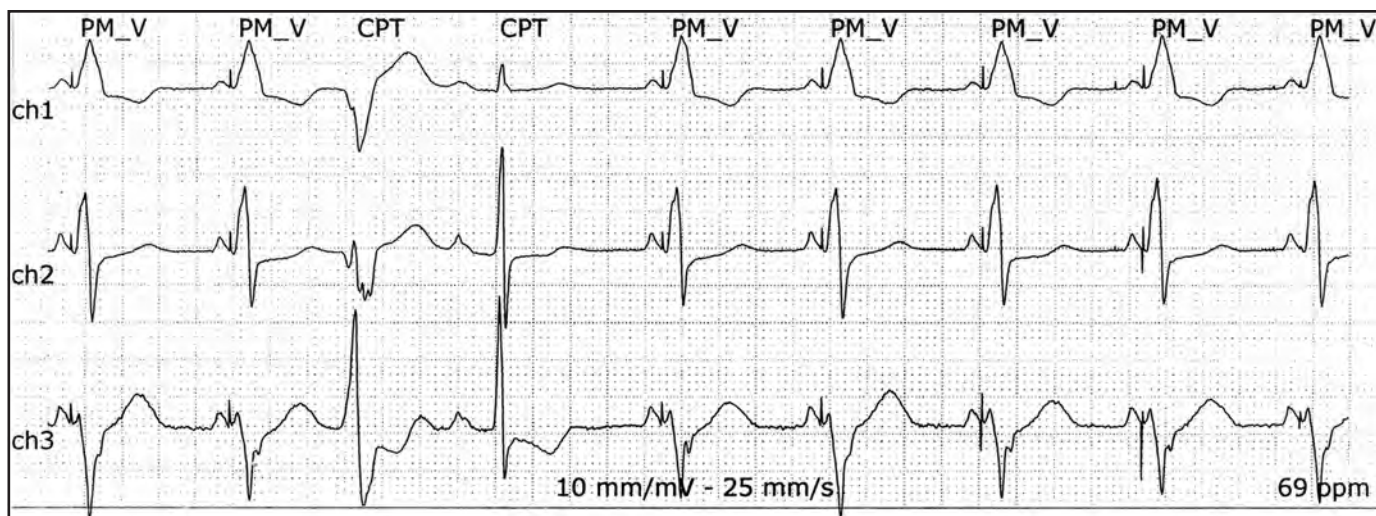


**ECG No. 108.** Tres derivaciones obtenidas de registro Holter de un paciente masculino de 62 años, portador de cardiopatía isquémica revascularizada con *stent*; se le implantó un marcapasos bicameral debido a disfunción sinusal sintomática por síncope. Se programó la función “**respuesta a la caída súbita de frecuencia cardíaca**”: detectada una frecuencia cardíaca espontánea menor de la programada, el marcapasos inicia la estimulación, pero a una frecuencia mayor que la de estimulación programada de reposo; segundos después, la va disminuyendo hasta alcanzar una frecuencia de estimulación basal. Lo más notorio de este trazado, es el inicio “prematureo” de la estimulación bicameral, en lugar de aparecer después de transcurrido el intervalo PP programado. Esta función es útil para los casos que presentan caída súbita de la frecuencia cardíaca, tal como ocurre en el síncope neurocardiogénico.

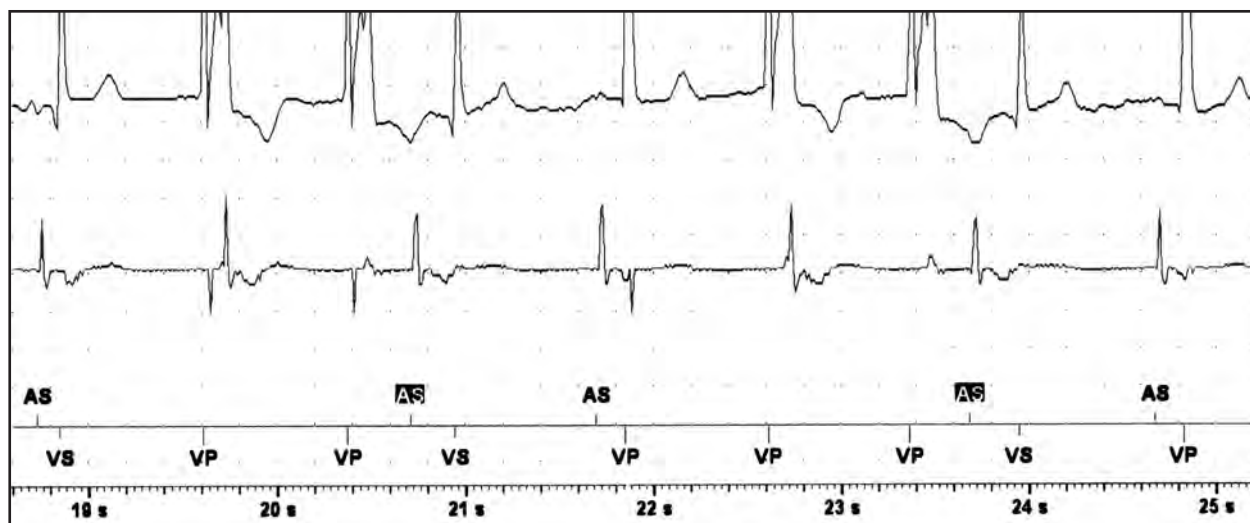


**ECG No. 109.** Derivación I, canal de marcas y electrograma ventricular. Paciente en ritmo sinusal y salvas repetidas de “duplas” o “tripletras” de CPV, que generan ciclos “corto-largo” frecuentes; es decir, el intervalo corto de acoplamiento de la CPV y el intervalo largo o pausa postextrasistólica. Esta situación genera “dispersión de la refractariedad miocárdica”, lo cual es una condición predisponente para la generación de taquiarritmias tales como la taquicardia ventricular polimórfica. Para evitar estas variaciones bruscas y repetidas en el intervalo RR, se programa el parámetro **“estabilización de la frecuencia ventricular”** (ECG No. 110, abajo, los mismos canales); en el cual, durante la pausa postextrasistólica, el marcapasos no espera el ciclo RR de base programado (p.ej. 60 lpm), sino que lo hace a un RR previamente calculado en base al promedio de varios ciclos previos, tal como se observa en los últimos 2 latidos, en que la estimulación bicameral (AP-VP) se inicia antes del ciclo PP programado. Este paciente es portador de un desfibrilador implantable, que incluye función de marcapasos antibradicardia.





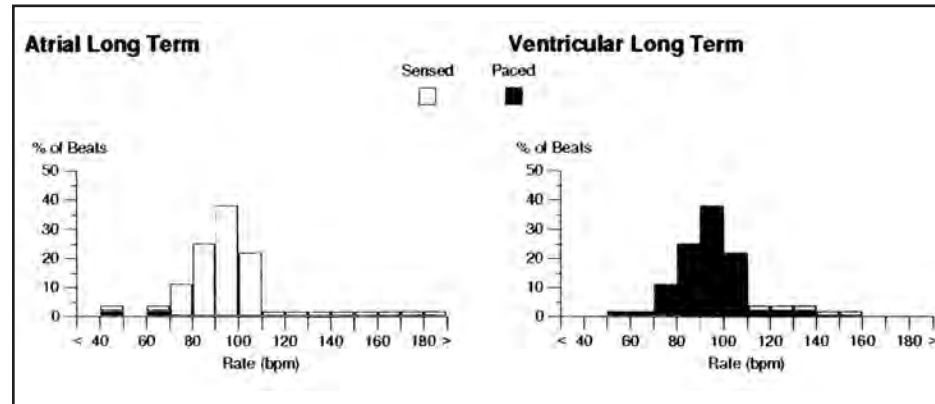
**ECG No. 111. Respuesta a CPV.** Ritmo de marcapasos en modo VAT, intervalo AV programado en 110 ms. Aparece una CPV (señalada con CPT); el latido sinusal que la sucede, (también rotulado como CPT) no tiene seguimiento ventricular, sino que transcurre el intervalo AV espontáneo (260 ms); luego, se presenta la estimulación VAT nuevamente. En este único latido sinusal, el marcapasos ha inhibido el seguimiento ventricular mediante la prolongación deliberada del PVARP de la CPV previa. Esto se hace con el fin de evitar la detección atrial, en el caso que el paciente tenga conducción atrial retrógrada durante la CPV y evitar así una taquicardia mediada por marcapasos (ver ECG No. 123-125).



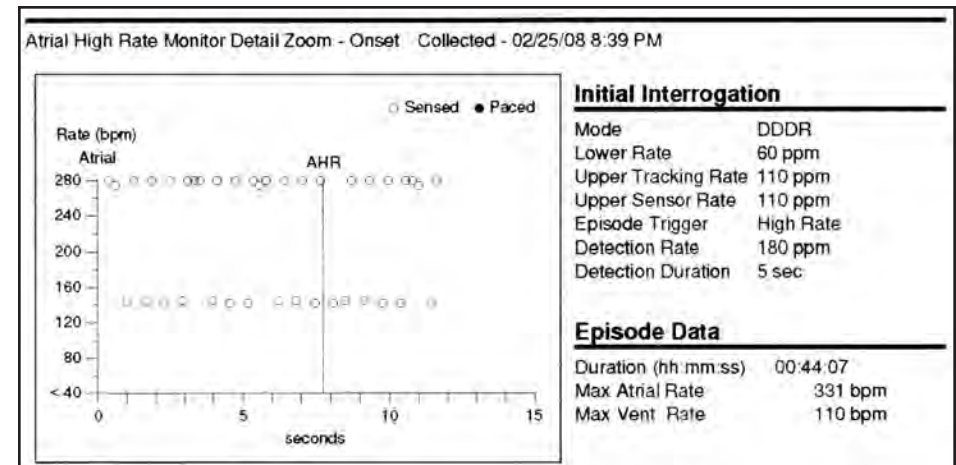
**ECG No. 112.** Marcapasos en modo VDD, en el cual se utiliza un único electrodo que permite detectar la actividad atrial (pero no estimular esta cámara) y detectar y estimular el ventrículo. Derivación II, electrograma atrial y marcas. Después del primer latido sinusal, aparecen dos estímulos ventriculares, que por definición, se inician si no es detectada actividad atrial alguna. Después, un latido sinusal conducido a ventrículos (VS) con el marcador "AS" en un recuadro negro, que indica que se ha detectado la actividad sinusal durante el período refractario atrial postventricular (del latido previo estimulado). Luego, se repite la misma secuencia, el primero de los tres latidos estimulados es una "fusión".



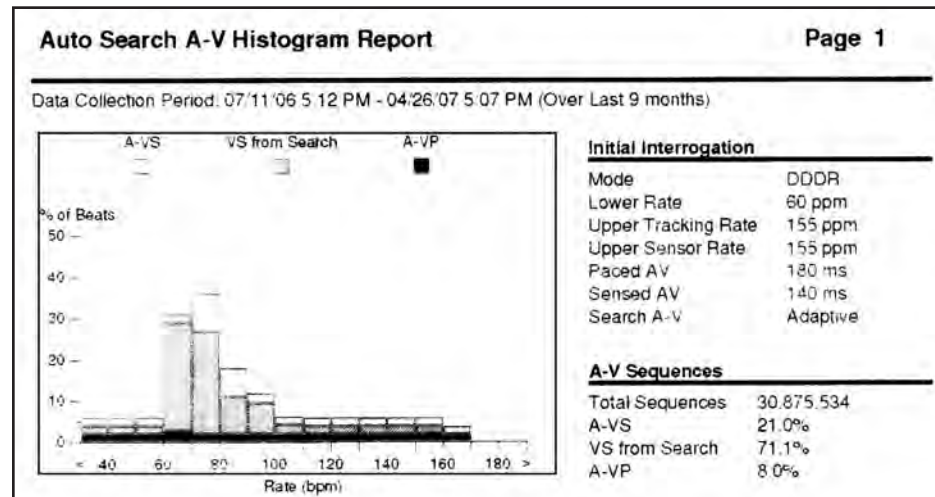
## Información almacenada



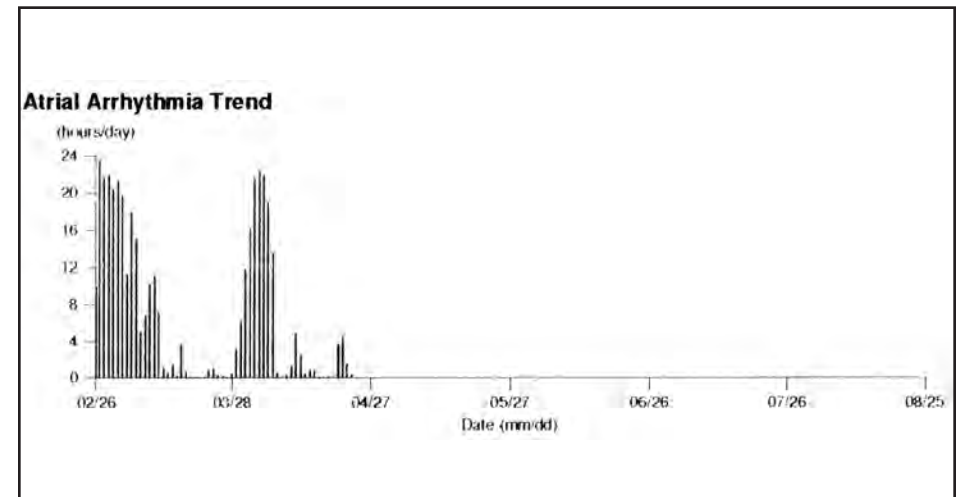
**Fig. 13.** Histogramas de frecuencia atrial y ventricular almacenados y mostrados mediante la interrogación del dispositivo durante el seguimiento ambulatorio. En este caso, en la mayor parte del período de registro, el marcapasos detecta la actividad atrial espontánea y le da seguimiento con estimulación ventricular (modo VAT).



**Fig. 15.** Episodio almacenado como taquicardia/flúter atrial, mostrado en forma de gráfico de coordenadas. Los eventos atriales tienen una frecuencia constante, 280 lpm, y los ventriculares, 150 lpm; no se registra estimulación, lo que significa que esta taquiarritmia es adecuadamente detectada en ambas cámaras. Este patrón sugiere la presencia de un flúter atrial con conducción AV 2 a 1.

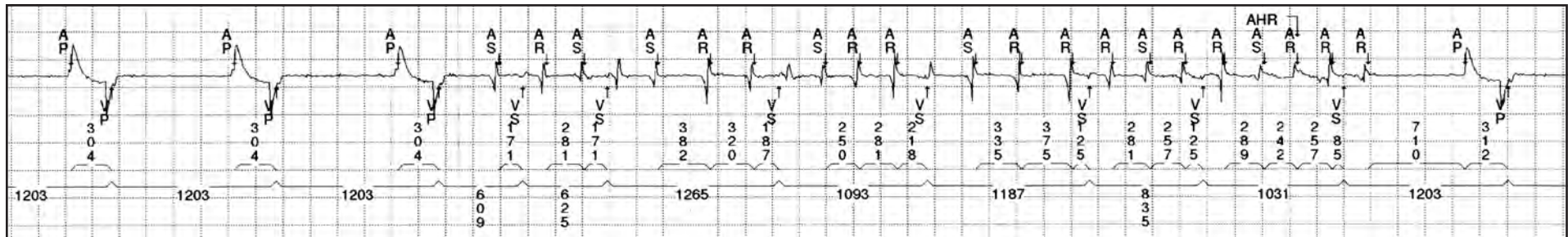


**Fig. 14.** Histogramas de búsqueda del intervalo AV, función que se programa cuando se desea mantener la activación ventricular intrínseca, usualmente cuando la mayor disfunción radica en el nodo sinusal. Durante una parte significativa del período de registro, se ha logrado detectarla y solo una pequeña porción corresponde a estimulación ventricular derecha.

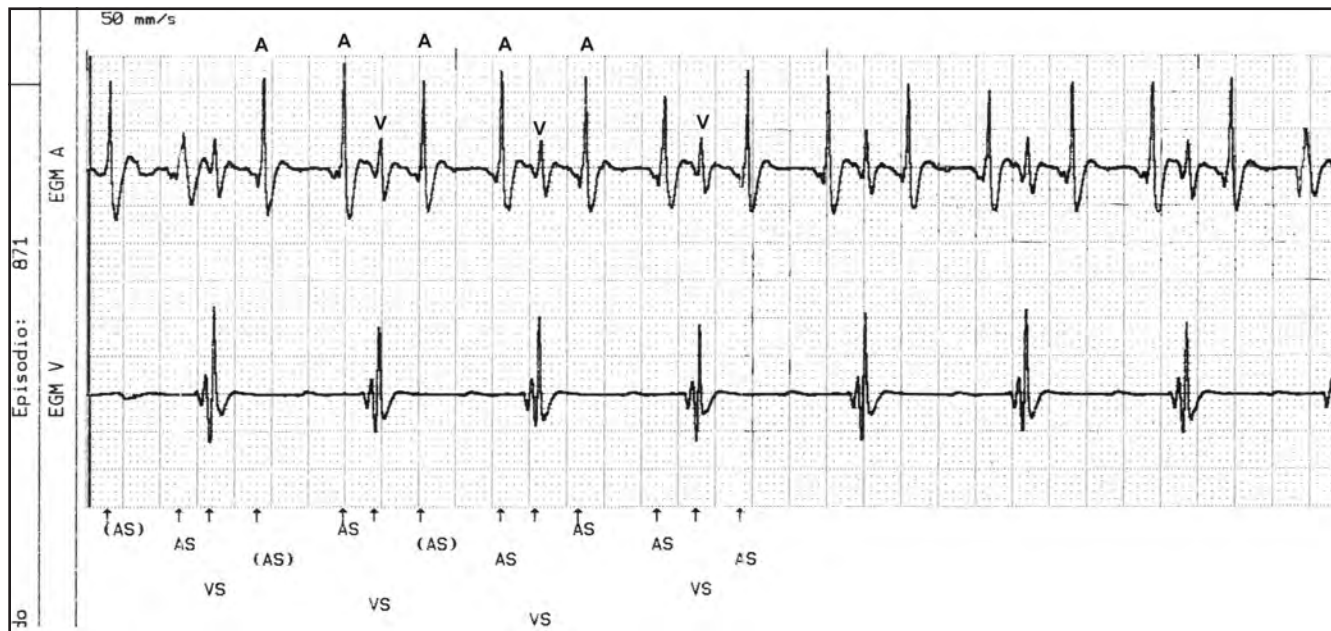


**Fig. 16.** Duración y frecuencia de episodios calificados como taquiarritmia atrial, en un período de 6 meses. En este caso, se muestra alta densidad arrítmica inicial, que después desaparece, posiblemente por efecto de terapia farmacológica antiarrítmica utilizada en combinación con la terapia con marcapasos.

## Electrogramas almacenados

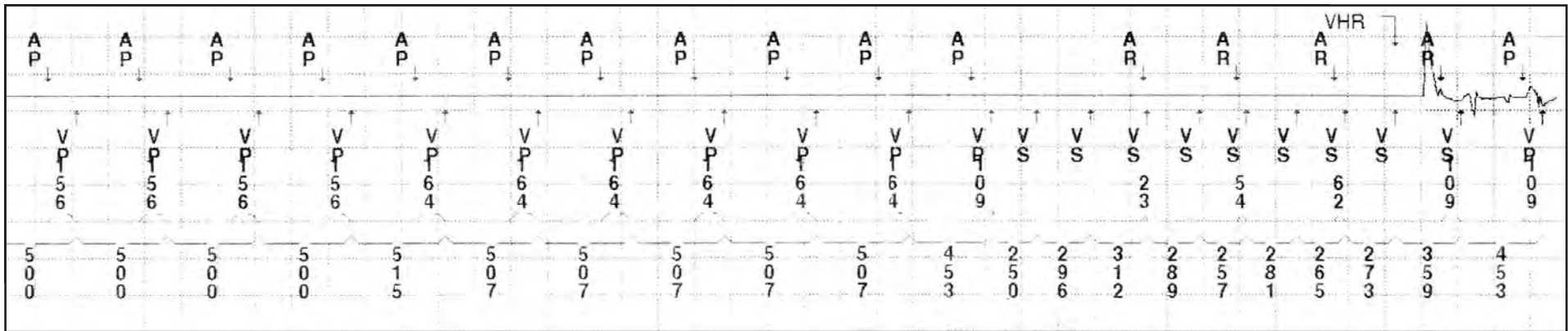


**ECG No. 113.** Interrogación de marcapasos DDD. Evento almacenado como un episodio de **"frecuencia atrial elevada"** (AHR, *atrial high rate*). Electrograma atrial, marcas e intervalos AV y VV (en ms). Se observa estimulación atrial (AP) seguida de estimulación ventricular (VP) a un intervalo AV intencionalmente prolongado (300 ms). Súbitamente, aparece un ritmo atrial que es parcialmente detectado y varias contracciones atriales aparecen durante el período refractario atrial (AR) del marcapasos. Solo algunos latidos atriales son conducidos a los ventrículos (VS), lo que indica cierto grado de bloqueo AV, la condición de fondo del paciente. Esta información en muchos casos es relevante porque explica síntomas como palpitaciones o determina que el paciente deba tratarse con terapia anticoagulante.

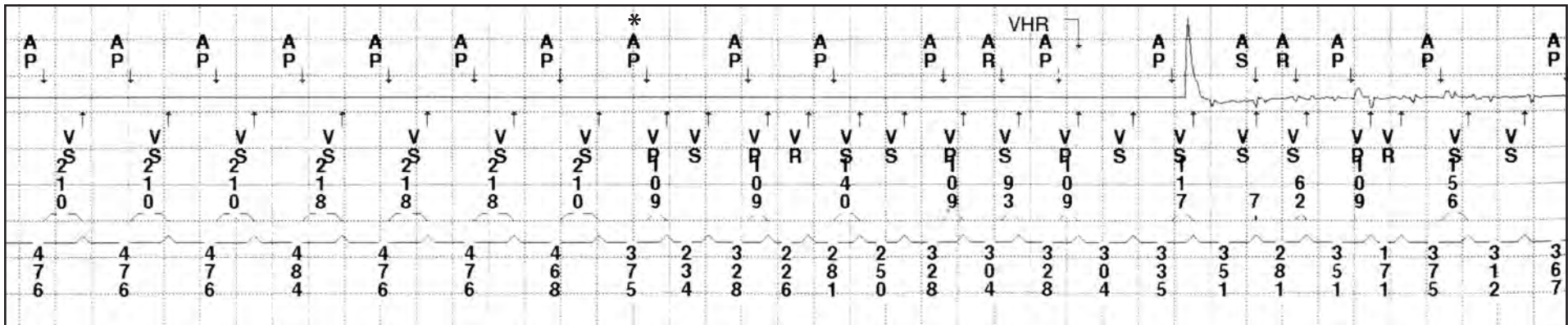


**ECG No. 114.** Electrogramas atrial y ventricular y canal de marcas. Evento almacenado como de **"frecuencia atrial elevada"** (velocidad del registro 50 mm/s, el doble de la usual). Se observa un ritmo regular y rápido atrial (señalado con A, arriba) con una frecuencia de 300 contracciones por minuto y frecuencia ventricular espontánea en 150 lpm, sugestivo entonces de flúter atrial con conducción AV 2 a 1. En el electrograma atrial se observa la actividad ventricular (V) de menor voltaje y diferente morfología, señalada con V. Cuando la actividad atrial se inscribe durante el período refractario atrial postventricular, se indica AS entre paréntesis.

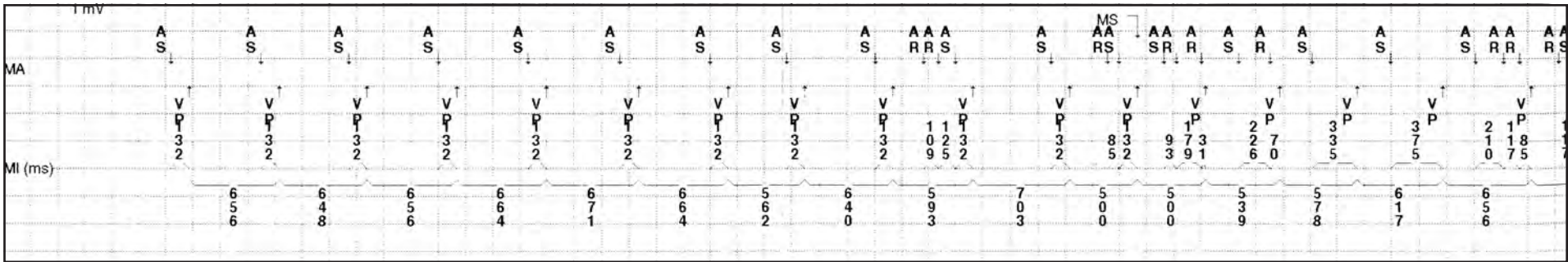




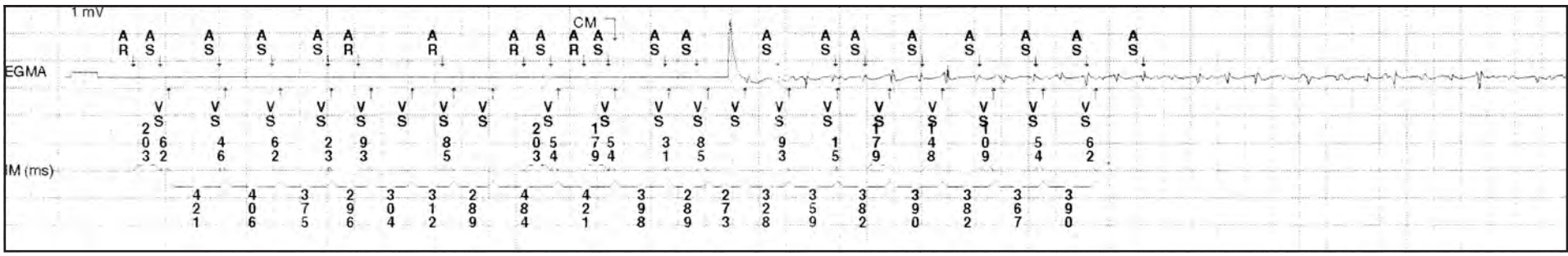
**ECG No. 117.** Evento almacenado como un episodio de "elevada frecuencia ventricular" (VHR, *ventricular high rate*). Electrograma ventricular, marcas e intervalos AV y VV. Estimulación en modo DDD; al final del trazado, después de un latido estimulado (VP) se inicia un colgajo de 9 latidos ventriculares (VS) disociados de la actividad atrial, compatible con una taquicardia ventricular no sostenida. El último latido es estimulado en el atrio (AP) seguido de estimulación en el ventrículo (VP). Este evento arritmico tiene importancia pronóstica en pacientes con cardiopatías estructurales, en especial, si existe baja fracción de eyección.



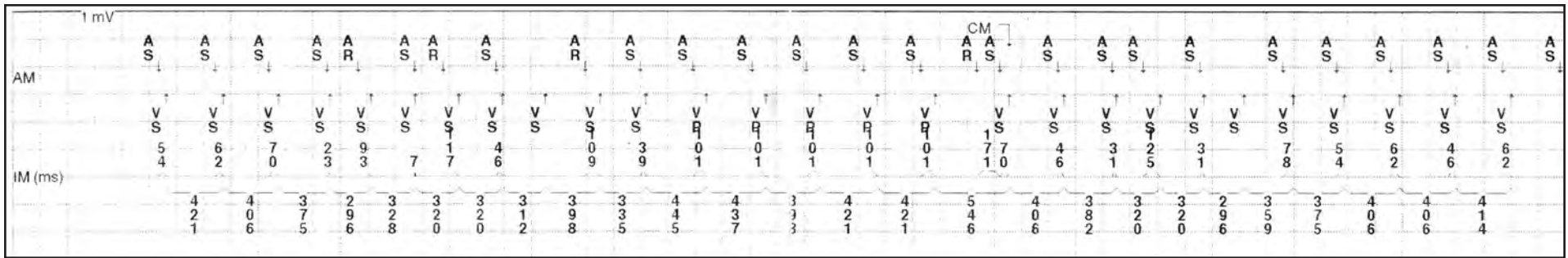
**ECG No. 118.** Canal de marcas atrial, ventricular, intervalos AV y VV y en los últimos 2 s, el electrograma atrial. Evento almacenado como de "frecuencia ventricular elevada" o "VHR". Después de un período de estimulación en modo AVT (estimulación atrial, detección ventricular o AP-VS), el latido señalado con (\*) ocurre en modo DDD (AP-VP), probablemente por inicio de "PR dinámico"; es decir, acortamiento del intervalo AP-VP asociado al ejercicio. Le sigue un segundo evento ventricular (VS) y luego 3 secuencias AP-VP-VS, en ciclos largo-corto, lo cual sugiere una bigeminia ventricular, aunque el período de acoplamiento variable no es característico de este escenario; tampoco lo es, si se tratara de sobredetección de la onda T. Algunas de estas CPV probablemente tengan conducción atrial retrógrada (AR), detectada durante el período refractario atrial postventricular. Después de la mitad del episodio, es evidente la disociación atrioventricular, pero la irregularidad RR tampoco sugiere que este episodio sea taquicardia ventricular no sostenida.



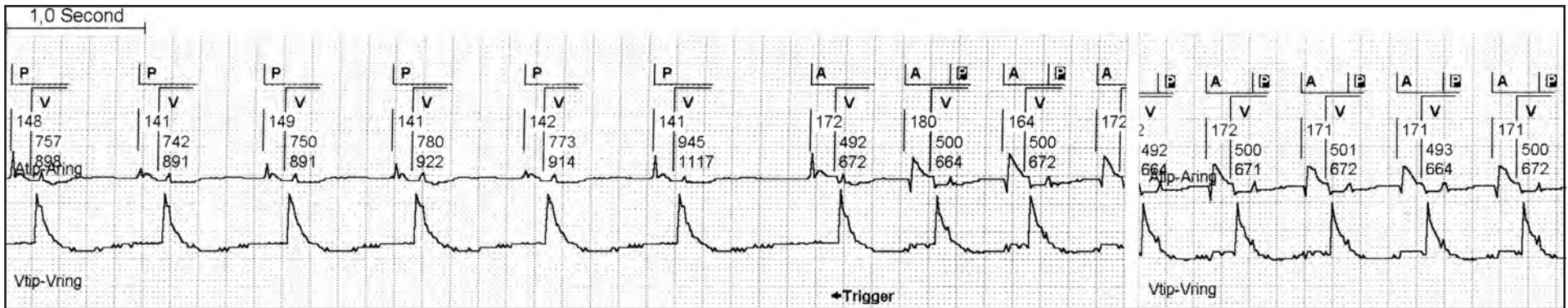
**ECG No. 119.** Evento almacenado como un episodio de “cambio de modo automático” (mode switch, señalado con “MS”). Solo se muestra el canal de marcas y los intervalos medidos AV y VV. Después de un período de detección atrial y estimulación ventricular (modo VAT), a la mitad del trazado se inicia un ritmo rápido atrial, señalado con AR o AS, según si los potenciales atriales son detectados durante el período refractario atrial o no, respectivamente. Dado que este evento puede producir frecuencias ventriculares elevadas (estimuladas), esta función pasa automáticamente el modo de estimulación a VVI, de manera que por el momento, el dispositivo no da seguimiento a la actividad atrial.



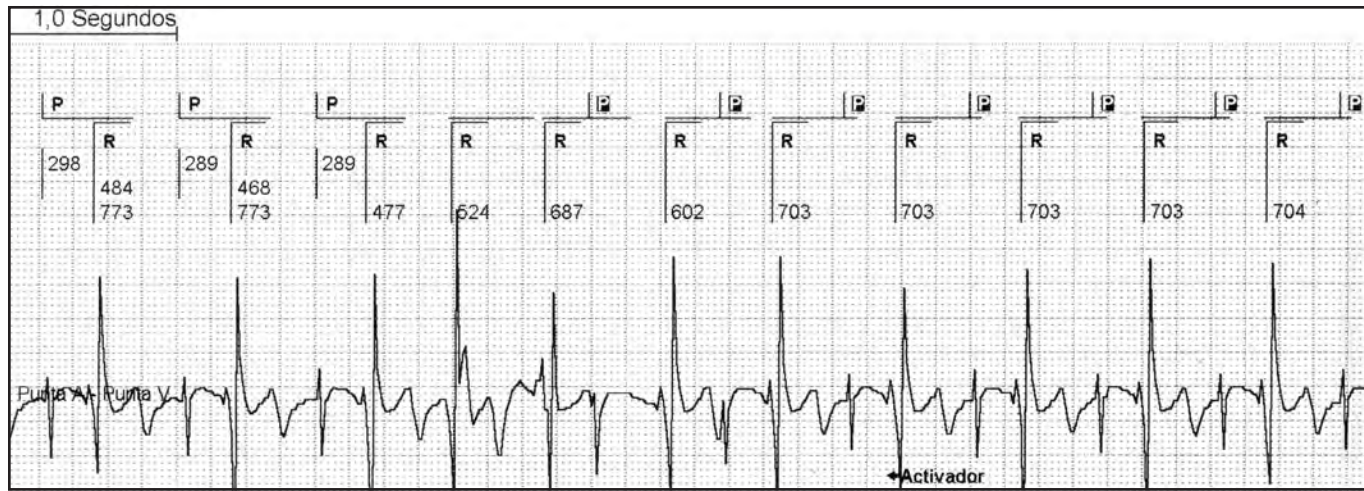
**ECG No. 120.** Evento almacenado como un episodio de “cambio de modo automático” señalado con CM, arriba. Electrograma atrial (registrado desde la mitad del trazado), marcas e intervalos AV y VV. Desde el inicio, los intervalos AA y AV muy cortos, la insuficiente detección de la actividad atrial, (sugerida por la presencia de contracciones ventriculares no precedidas de actividad atrial) y la morfología del electrograma atrial, indican que el paciente se encuentra en fibrilación atrial, razón por la que adecuadamente se ejecuta esta función.



**ECG No. 121.** Evento almacenado como **“cambio de modo automático”**, señalado como CM, al centro. Canal de marcas, intervalos AV y VV. El ritmo atrial es irregular, pero varios intervalos PP son idénticos; se observa que por cada AS (detección atrial) sigue secuencialmente un VS (detección ventricular) que simula ritmo sinusal. Sin embargo, el intervalo AV es muy corto (no fisiológico) y variable. En cuanto aparece actividad atrial detectada durante el período refractario atrial postventricular (AR), el acoplamiento dura la mitad del intervalo AA predominante y algunos latidos ventriculares no tienen actividad atrial precedente. Todos estos hallazgos indican que el paciente presenta una taquiarritmia supraventricular (posiblemente flúter atrial) insuficientemente detectada, pero que alcanza para ejecutar el “cambio automático de modo”. Esta función impide que ritmos rápidos detectados en el atrio por encima de un valor programado (p.ej, 175 lpm), tengan seguimiento o *tracking* por el electrodo ventricular y el paciente se presente con un ritmo rápido estimulado.

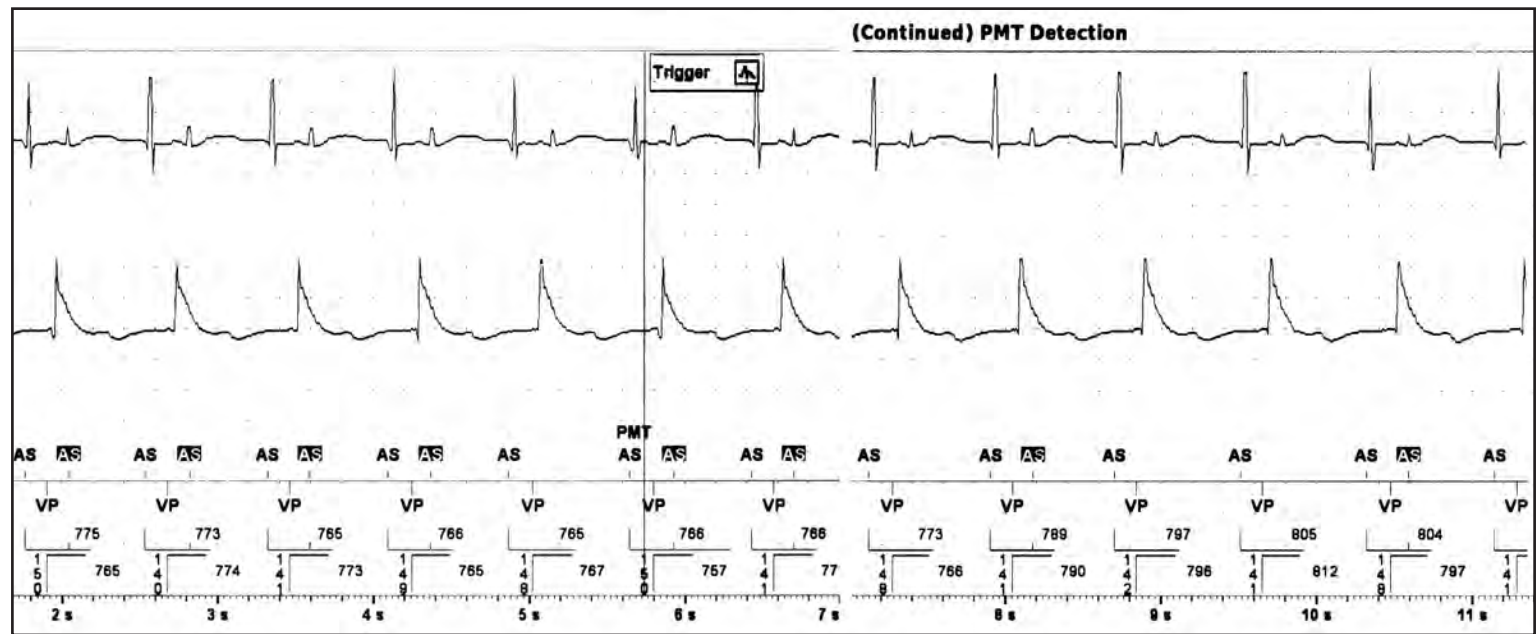


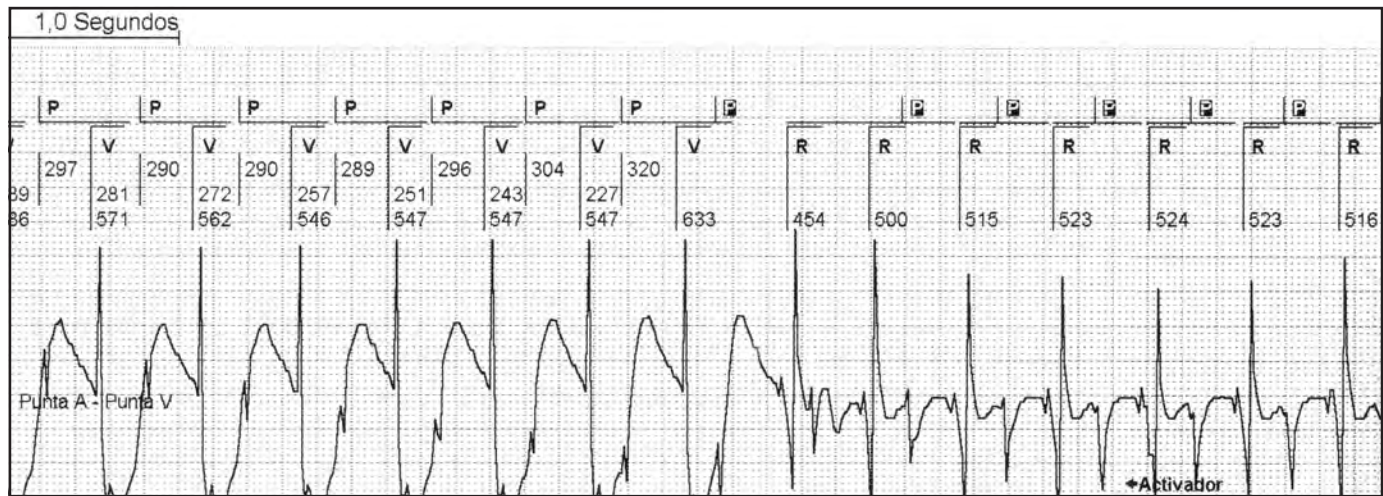
**ECG No. 122.** Evento almacenado como **“respuesta a la caída súbita de frecuencia cardíaca”**. Canal de marcas, intervalos AV, VA y VV, electrograma atrial y electrograma ventricular. Ritmo de marcapasos en modo VAT (detección de actividad atrial espontánea seguida de estimulación ventricular); si la frecuencia cardíaca espontánea cae rápidamente por debajo de un valor establecido, se inicia estimulación atrial y ventricular (al centro) en modo DDD a 90 lpm, por un período breve; después, el marcapasos va disminuyendo la frecuencia de estimulación hasta alcanzar la frecuencia mínima programada, usualmente 60 lpm. Se observa también actividad atrial durante el período refractario atrial postventricular (P enmarcada en recuadro negro), después de la contracción ventricular, debida a conducción retrógrada a través del nodo AV.



**ECG No. 123.** Evento almacenado como “detección de CPV”. Canal de marcas y un canal endocavitario ventricular. La contracción atrial, una deflexión fina, marcada arriba como “P” es seguida por la contracción ventricular, de mayor tamaño, señalada como “R”; es decir, detección bicameral. Después del tercer latido sinusal, se inscriben dos CPV; inmediatamente después reaparece el ritmo sinusal cuya contracción atrial, es detectada en período refractario (en recuadro negro) seguida de su respectiva contracción ventricular, con intervalo PR largo; después, el trazado es similar al del inicio. Ante este tipo de detección, el marcapasos suspende temporalmente el seguimiento atrial mediante la prolongación temporal del período refractario atrial postventricular, con el fin de prevenir la aparición de “taquicardia mediada por marcapasos” o *pacemaker mediated tachycardia* y por lo cual, aparecen los marcadores “P” en el recuadro negro, que señala que se detectan durante el periodo refractario; por tanto, no “disparan” una contracción ventricular. En realidad, no son contracciones atriales retrógradas, sino ondas P sinusales, temporalmente detectadas en esta ventana.

**ECG No. 124.** Electrograma atrial, electrograma ventricular, canal de marcas, intervalos AA, AV y VV y tiempo (s). Evento almacenado como “Detección de taquicardia mediada por marcapasos” (o *pacemaker mediated tachycardia*, PMT). Se diagnostica detección de actividad atrial retrógrada –después del complejo QRS– durante el período refractario atrial postventricular (en el canal de marcas, AS en recuadro negro). En realidad, se trata de sobredetección del QRS, que inscribe una señal de baja amplitud después de la despolarización atrial en el electrograma atrial, lo cual simula conducción ventrículo-atrial retrógrada. La taquicardia mediada por marcapasos ocurre en pacientes que tienen conducción ventrículo-atrial conservada: después del estímulo ventricular, es posible que la contracción atrial retrógrada “dispare” una espiga y la respectiva contracción ventricular; esta, es seguida de una contracción atrial retrógrada la cual es detectada, se dispara la contracción ventricular y así sucesivamente.





**ECG No. 125.** Evento almacenado como “**detección de CPV**”. Canal de marcas, intervalos AV, VA y VV y electrograma ventricular. El intervalo AV programado es 300 ms. El paciente se encuentra en taquicardia sinusal adecuadamente detectada (P), a lo cual, siguen espigas ventriculares con adecuada captura (V). En este momento, el intervalo VA es más corto que el intervalo AV (300 ms), lo cual produce la detección de una contracción atrial (“P” en un recuadro negro) durante el período refractario atrial postventricular (PVARP); al no ser seguida de estimulación ventricular (modo VAT), su correspondiente contracción ventricular espontánea es diagnosticada como CPV. En realidad, el paciente continúa en taquicardia sinusal, evidenciada en el electrograma: la deflexión atrial fina y pequeña es seguida por la ventricular. En tal caso, el marcapasos suspende el seguimiento atrial mediante la prolongación temporal del PVARP, con el fin de evitar taquicardia mediada por marcapasos y segundos después, restablece el período refractario previo, de forma que se detecte la actividad atrial y se reinstaure la estimulación bicameral secuencial.



## Funciones especiales

Estas herramientas se programan según ciertas necesidades individuales en cada paciente. Las más utilizadas son:

**Acortamiento fisiológico del intervalo AV.** Tal como ocurre durante el ejercicio; determina un mejor desempeño hemodinámico en este contexto.

**Búsqueda del intervalo AV.** Para los pacientes en quienes no es necesaria la estimulación ventricular, como en el caso de la enfermedad del nodo sinusal con nodo AV intacto. Mediante diferentes algoritmos, el dispositivo explora periódicamente si existe actividad ventricular espontánea con la prolongación temporal del intervalo AV para su detección. Mientras así suceda, el modo de estimulación predominante será AAI.

**La estimación automática del umbral.** Permite administrar voltajes supraumbrales en márgenes razonables, lo cual evita el exceso de voltaje administrado cuando éste es un valor fijo programado

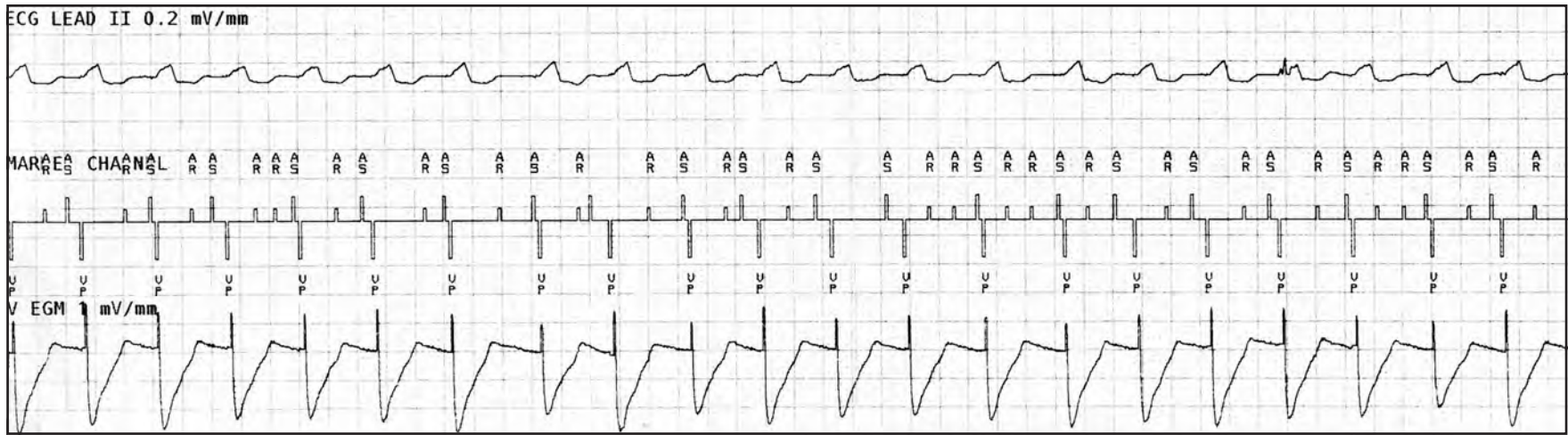
**Estimulación ventricular de seguridad durante el intervalo AV.** Si se detecta la espiga atrial durante este período, se puede inhibir el envío de la espiga ventricular y el paciente presentar asistolia ventricular. O si se trata de CPVs mecánicamente ineficientes, que aparecen por coincidencia en este período, el marcapasos se mantiene inhibido, lo que puede disminuir indeseablemente el gasto cardiaco. Esta función evita esta situación hipotética: se envían “estímulos de seguridad” ventriculares durante esta ventana del intervalo AV, el denominado “período refractario relativo atrial”.

**Respuesta a la caída de la frecuencia cardiaca.** En los pacientes con bradicardia súbita (síncope neurocardiogénico), esta función inicia la estimulación a una frecuencia relativamente elevada y la va disminuyendo progresivamente en los siguientes minutos hasta alcanzar el valor de frecuencia de estimulación basal, con el fin de dar un soporte hemodinámico adicional en esta situación.

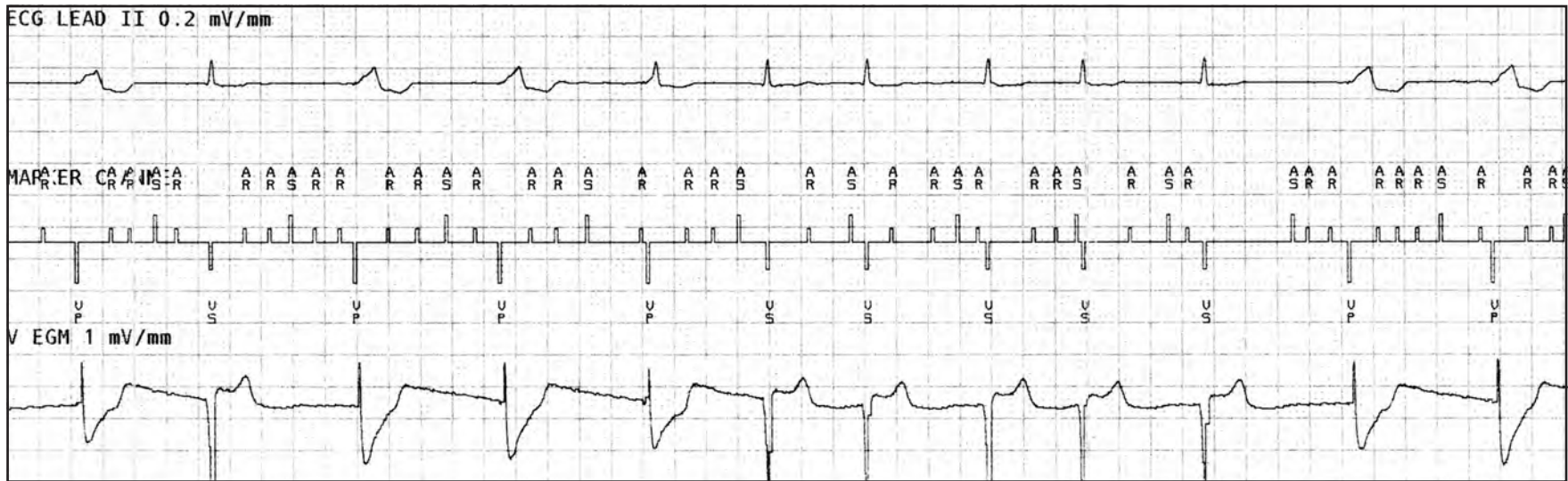
**Atenuación ante la variación del intervalo PP o RR.** En los casos de fibrilación atrial o de CPV frecuentes, existen variaciones marcadas en estos intervalos, respectivamente. Esta situación indeseable es arritmogénica, por lo que con esta función, el dispositivo envía estímulos a un intervalo PP o RR promedio previamente calculado, de manera que disminuye tal variación y la frecuencia cardiaca es más regular.

**Respuesta a la taquicardia mediada por marcapasos.** Esta función, detecta la presencia de contracciones atriales retrógradas y prolonga, en tal caso, el período refractario atrial postventricular más allá del valor basal; de esta forma, se interrumpe la taquicardia.

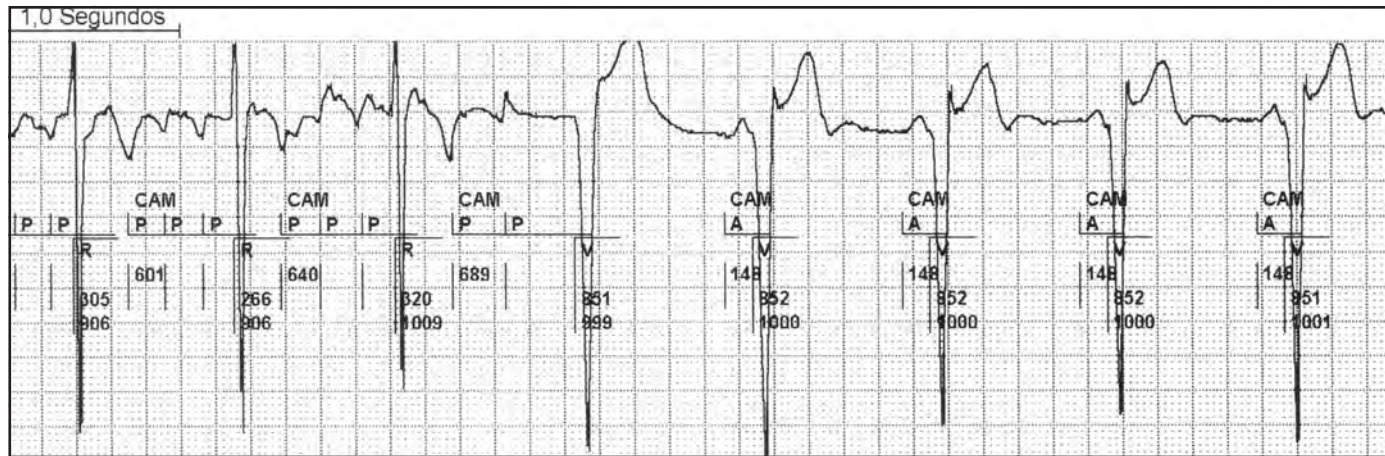
**Intervención ante taquicardia atrial.** Sea a través de atenuación de la variación del intervalo PP por la presencia de CPSV frecuentes o bien, mediante intervención directa sobre la taquicardia, existen varias funciones que previenen o interrumpen taquicardias atriales mediante sobreestimulación y otras modalidades.



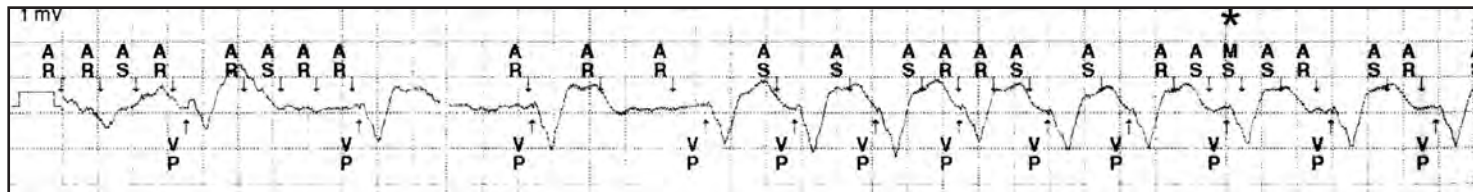
**ECG No. 93.** Derivación II, canal de marcas y electrograma ventricular. Paciente portador de un marcapasos DDD, presentó súbitamente una taquicardia atrial rápida (ciclo de 150 ms, frecuencia atrial 400 lpm, aproximadamente, AS y AR), consultó por palpitaciones rápidas. Dado que el marcapasos normalmente responde con un “disparo” ventricular ante cada contracción atrial detectada, existe un parámetro programable: la **“frecuencia máxima de seguimiento”**, la cual establece el máximo número de contracciones ventriculares por minuto en respuesta a las atriales, en este caso, unos 130 lpm. Por encima de ese valor, se pierde la relación AV 1 a 1, pero aún así, el paciente presenta frecuencias ventriculares estimuladas elevadas (VP). Entonces, se encendió otro parámetro, el **“cambio automático de modo”**, en el que el dispositivo pasa automáticamente a modo de estimulación unicameral VVI, en cuanto se detecta una frecuencia atrial elevada; a pesar que persiste la taquiarritmia atrial, se evita la frecuencia ventricular rápida (**ECG No. 94**, abajo, los mismos canales); algunos latidos son espontáneos (VS). Este escenario se trata con fármacos que incrementan la conducción decremental del nodo AV, de modo que se disminuya la frecuencia ventricular propia. En el caso que la taquiarritmia atrial revierta, nuevamente el marcapasos retorna automáticamente al modo de estimulación bicameral, DDD.







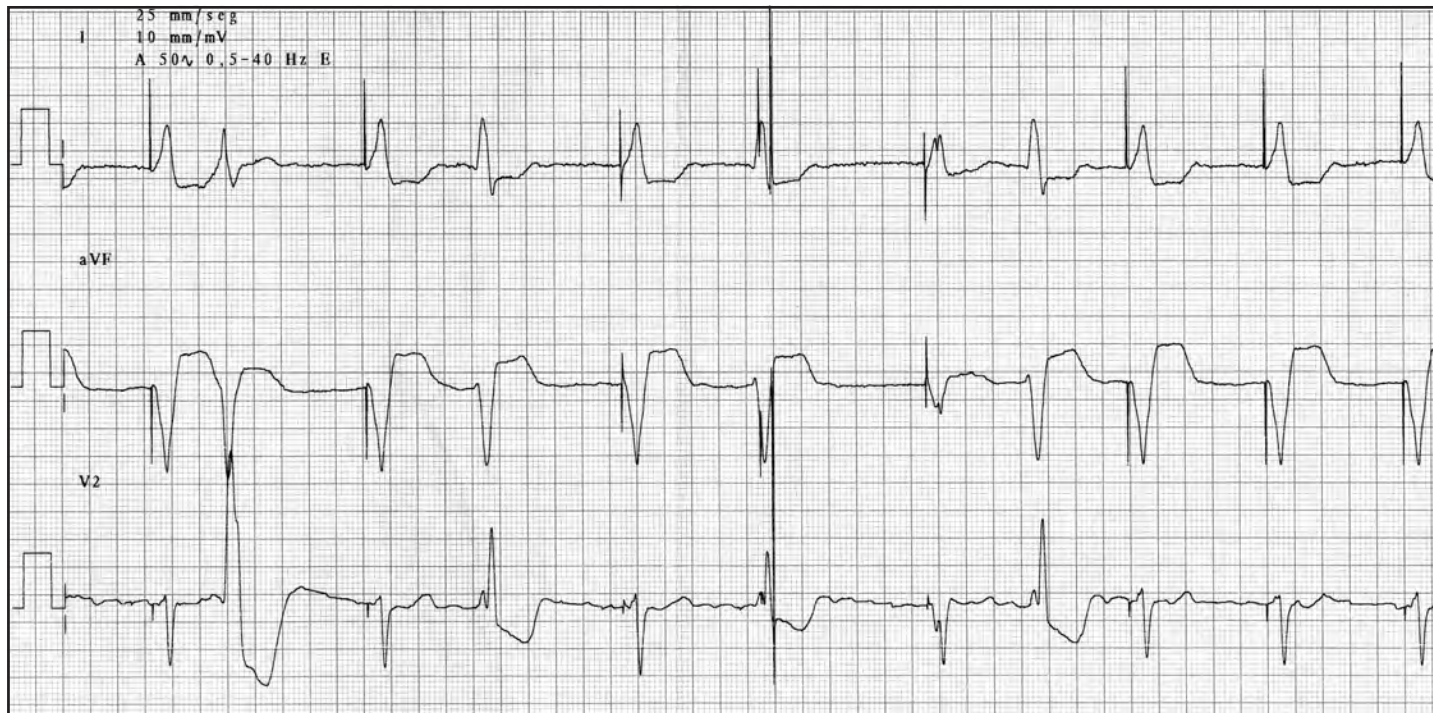
**ECG No. 97.** Derivación II, canal de marcas e intervalos AV, VA y VV. El paciente se encuentra en flúter atrial, detectado y señalado como "P" a unas 300 contracciones atriales por minuto; los latidos ventriculares espontáneos (V) ocurren a unos 65 lpm. El indicador "CAM" revela que el marcapasos está ejecutando el "cambio automático de modo" pues, de otra manera, se observarían contracciones ventriculares estimuladas según como lo permita la frecuencia máxima de seguimiento. Espontáneamente cesa el flúter, reaparece el ritmo sinusal y nuevamente se ejecuta el "CAM", esta vez a modo DDD; en efecto, cada estímulo atrial (A) es ahora seguido por una contracción ventricular (V) en forma secuencial.



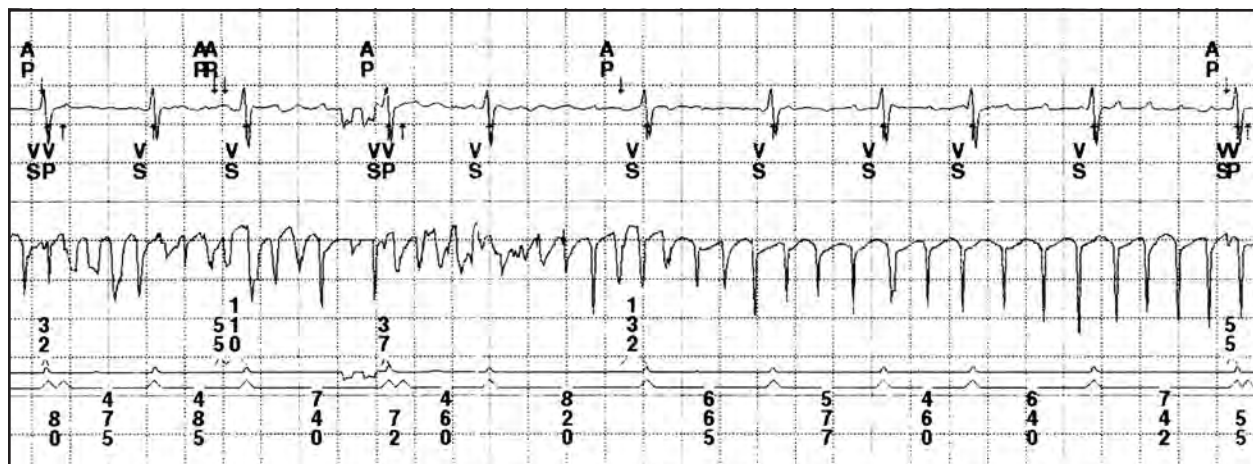
**ECG No. 98.** Derivación III. El paciente se encuentra en taquicardia o fibrilación atrial. Al centro, a pesar de persistir con el mismo ritmo, su insuficiente detección es diagnosticada erróneamente como su terminación; vuelve entonces a aparecer elevada frecuencia ventricular. El marcapasos reinicia luego la detección de taquiarritmia y automáticamente vuelve a ejecutar el cambio de modo (MS) señalado con (\*).



**ECG No. 99.** Derivación I. El paciente se encuentra en taquicardia atrial, aproximadamente 150 lpm, el marcapasos le da seguimiento a cada contracción atrial, en una relación 1 a 1. En la mitad del trazado, la taquicardia cesa espontáneamente y se reinicia estimulación DDD en el primer latido y luego VAT en los siguientes. Este hallazgo sugiere que la función "cambio de modo automático" se ha programado en un valor de detección mayor de 150 lpm o que está apagada.



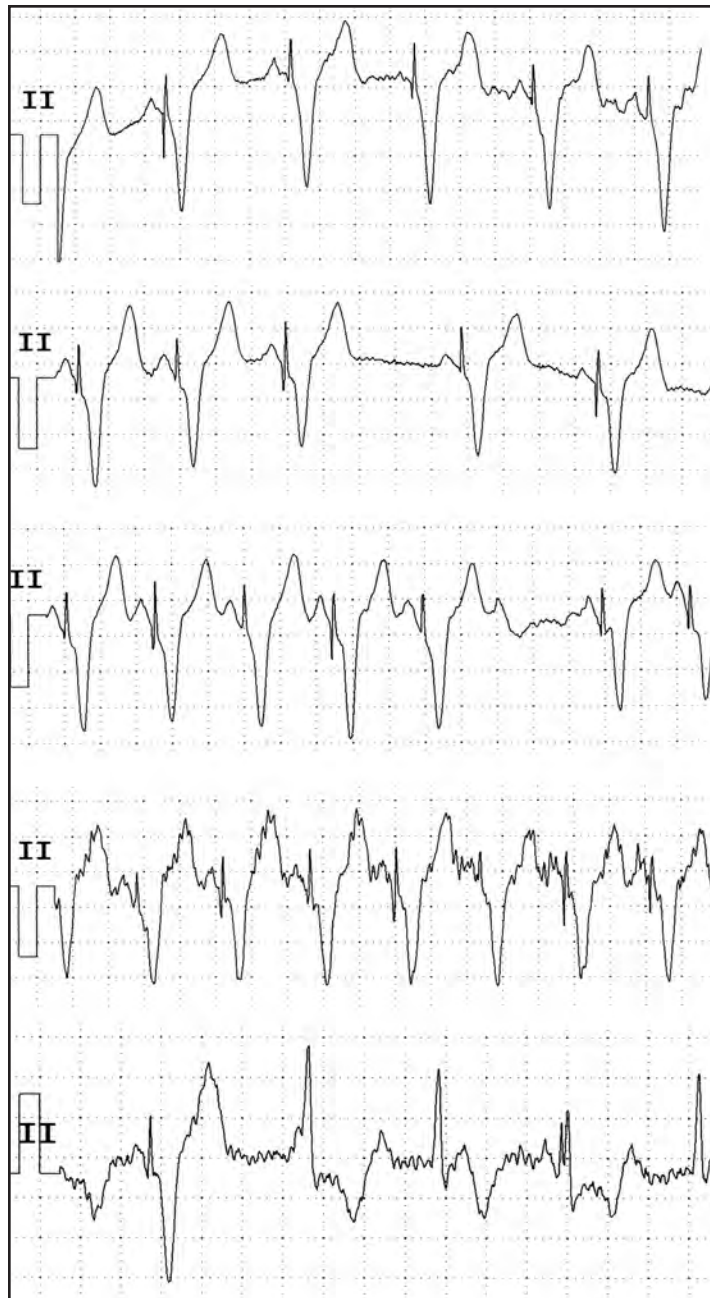
**ECG No. 100.** Derivaciones I, aVF y V5. Marcapasos bicameral en modo DDI programado a 60 lpm, debido a que se ha ejecutado automáticamente la función “cambio automático de modo”. Dado que la fibrilación atrial por lo general es insuficientemente detectada, transcurrido el intervalo PP de base programado sin que medie alguna detección, se envía un estímulo atrial (al centro), seguido de un estímulo ventricular “de seguridad”; este, sin embargo, aparece coincidentemente durante un latido propio ventricular, el cual impide que se despolarice el miocardio, por encontrarse en período refractario. Esta situación se debe a subdetección atrial, pero no ventricular. Los últimos 3 complejos estimulados sugieren que la fibrilación atrial es detectada, al menos en forma parcial, dado que permite administrar estímulos ventriculares a 60 lpm, sin necesidad de estimulación atrial.



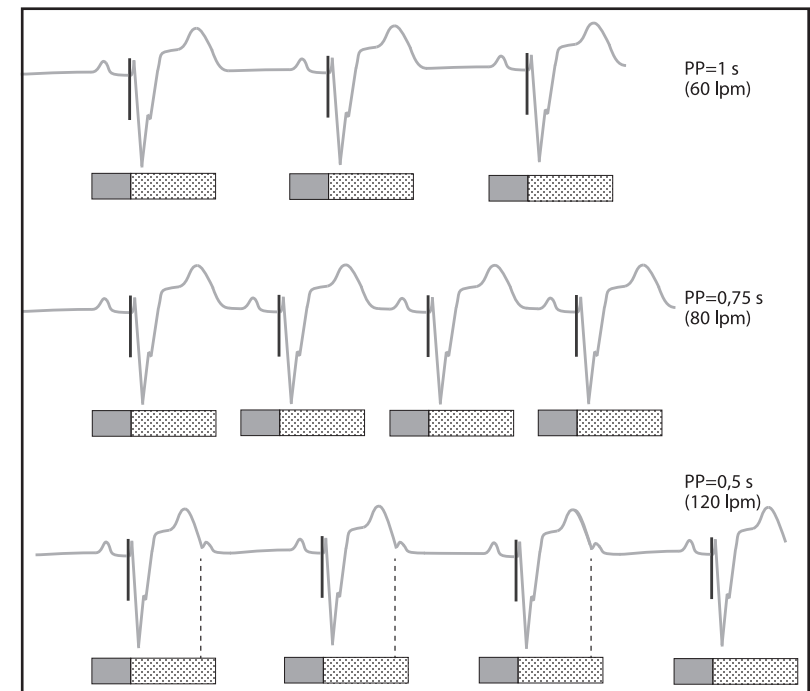
**ECG No. 101.** Derivación II, electrograma atrial y los intervalos AA y VV. Se evidencia fibrilación atrial en el electrograma atrial (ritmo de alta frecuencia, desorganizado, de amplitud variable). Se ha ejecutado el cambio automático de modo (pasa a modo DDI) y dado que la taquiarritmia es deficientemente detectada, el marcapasos envía estímulos atriales (AP) ante la supuesta falta de actividad espontánea; en el primero y en el tercero, después de la contracción atrial, aparece un QRS que es detectado (VS) durante el “período refractario ventricular relativo” (pág. 66); por tal motivo, se envía un “estímulo ventricular de seguridad” (VP) inmediatamente después. AR indica que se ha detectado una contracción atrial durante el período refractario atrial postventricular. Esta situación es usual, dada la baja amplitud de los potenciales atriales en este contexto. A la mitad del trazado, espontáneamente la taquiarritmia se organiza y se torna regular, con un ciclo atrial de unos 180 ms –330 lpm– que tampoco es adecuadamente detectada pero que produce elevada frecuencia ventricular de complejos angostos. Como consecuencia de la insuficiente detección, al final se observa nuevamente un estímulo ventricular de seguridad, el cual no captura por encontrarse el miocardio en período refractario.



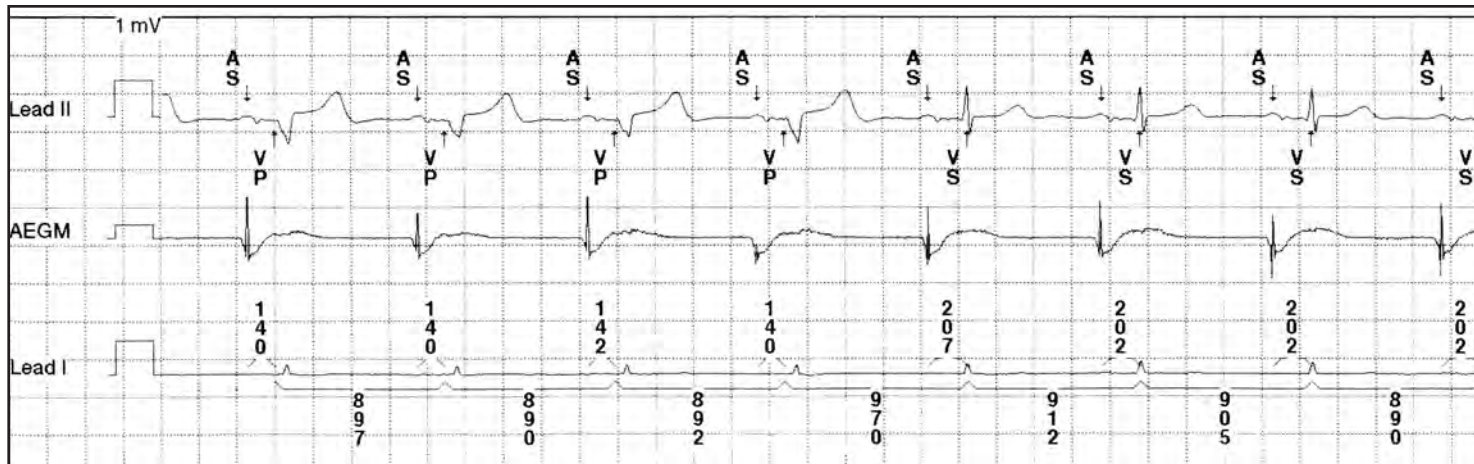
**ECG No. 102. Respuesta en frecuencia con el ejercicio.** Derivación II, electrograma atrial, intervalos AV y VV y derivación III. El sensor de movimiento permite elevaciones de la frecuencia atrial estimulada, acorde con el nivel de ejercicio o movimiento realizados. Se programa una frecuencia máxima de estimulación atrial, y por ende ventricular. Si el paciente tiene función cronotrópica conservada no se debe programar este parámetro; en ése caso, las contracciones atriales detectadas serán seguidas de contracciones ventriculares, hasta la frecuencia máxima programada ("upper tracking rate" o "upper rate limit") capaz de darle seguimiento al atrio.



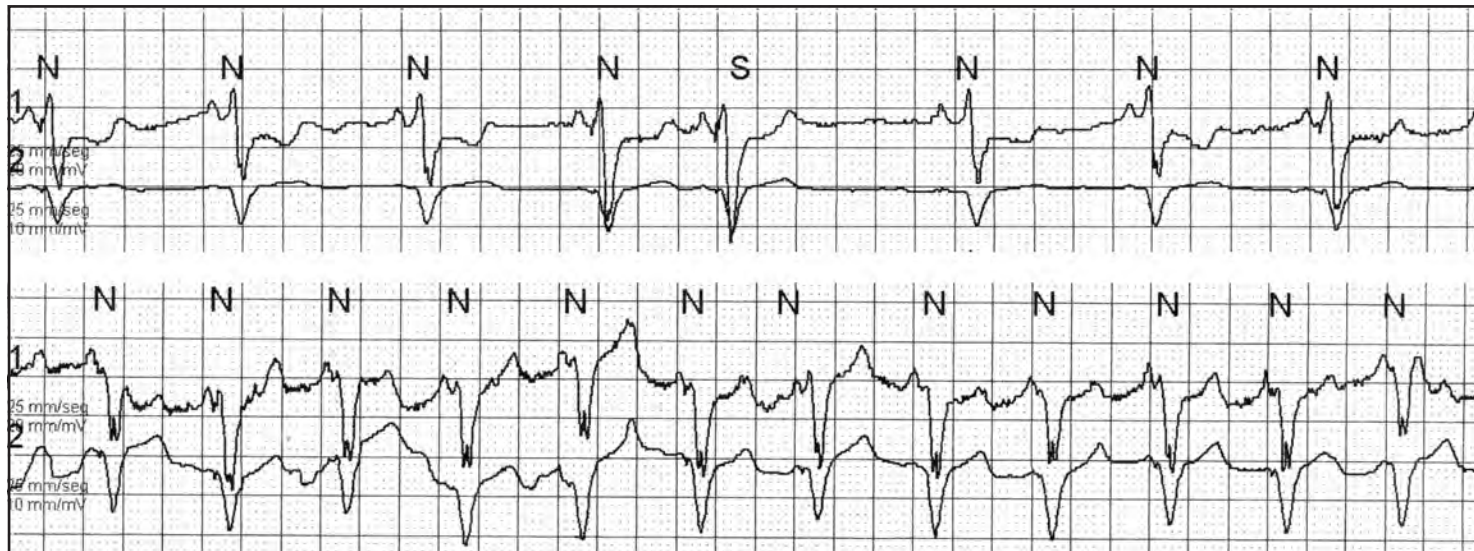
**ECG No. 103.** Derivación II. Electrocardiograma de esfuerzo en un paciente de 30 años con un marcapasos DDD implantado por bloqueo AV completo congénito. Arriba, ECG basal, en el cual se observa modo de estimulación VAT (detección atrial, estimulación ventricular); la onda P tiene discretas variaciones en su morfología. En los primeros minutos del ejercicio (2a fila), el paciente presenta variación marcada del ciclo sinusal, evidenciado en la irregularidad de los intervalos PP y RR, aunque siempre con adecuado funcionamiento del marcapasos, el cual continúa en modo VAT. Durante el máximo esfuerzo (3a fila), la frecuencia atrial supera discretamente los 130 lpm programados como “**máxima frecuencia de seguimiento**” (*maximal tracking rate o upper rate limit*) por lo cual, existe prolongación progresiva del intervalo PR (o P-espiga), hasta que una onda P no tiene espiga ni QRS (“**fenómeno de Wenckebach electrónico**”). El marcapasos espera la próxima onda P espontánea y vuelve a estimular en modo VAT. Esta situación se resuelve fácilmente incrementado el valor programado de la frecuencia máxima que el marcapasos pueda alcanzar, cada vez que detecten contracciones atriales espontáneas (4a fila). Es necesario también que exista la función “PVARP dinámico” (figura 12, abajo). En el postesfuerzo inmediato (última fila), la primera onda P es seguida de estimulación ventricular y luego aparece ritmo de la unión AV de complejos angostos y disociado de la actividad atrial, un hallazgo habitual en este tipo de pacientes; la onda T del siguiente latido es seguida de una onda P que no es debidamente seguida de una espiga, probablemente, por haber aparecido durante el **PVARP**, el cual también se ejecuta con los latidos espontáneos. El cuarto QRS tiene onda P, seguida de una espiga que genera un latido de fusión y al final de la onda T, nuevamente una onda P sin espiga subsiguiente ni complejo QRS.



**Fig. 12.** El esquema muestra ritmo de marcapasos en modo VAT (detección atrial, estimulación ventricular); en gris, intervalo AV; en punteado, período refractario atrial postventricular (PVARP). La suma de ambos, el **período refractario atrial total**, determina la frecuencia máxima que puede tener seguimiento: si en el contexto de taquicardia sinusal o atrial, la onda P se inscribe durante el PVARP (abajo, línea punteada); esta contracción atrial no será seguida de una ventricular. Entonces, aparece un bloqueo AV electrónico o una relación AV > 1. Para evitar esta situación durante el ejercicio, la mayoría de los marcapasos tienen el PVARP ajustable a la frecuencia cardíaca o “PVARP dinámico”; es decir, este período refractario se acorta en proporción directa a la estimulación o detección atrial alcanzada.

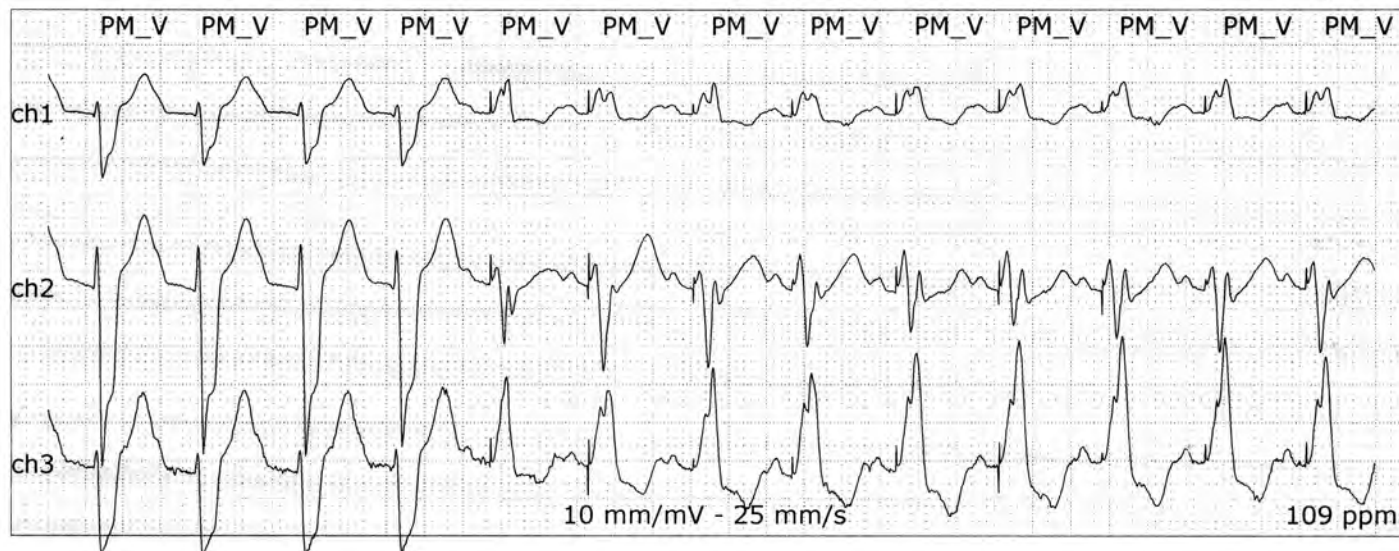
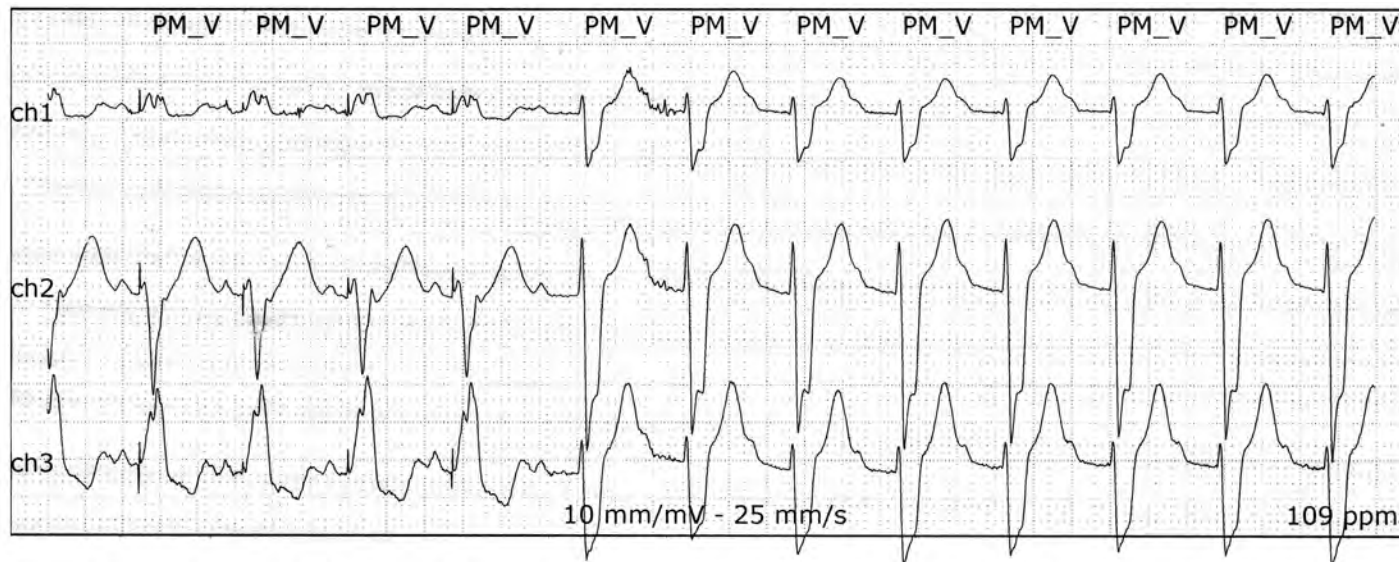


**ECG No. 104.** Derivación II, electrograma atrial, intervalos AV y VV. El paciente se encuentra en este momento en modo de estimulación VAT (detección atrial y seguimiento ventricular), con un intervalo AV programado en 140 ms. A partir del sexto latido, el intervalo AV es automáticamente prolongado por el dispositivo, en este caso a 200 ms, parámetro denominado “**búsqueda del intervalo AV espontáneo**”, con el fin de permitir predominio de la actividad espontánea ventricular (ahora en modo AAI) y se evite la estimulación ventricular innecesaria, como en este caso. En los pacientes con disfunción contráctil o fibrilación atrial crónica, la estimulación ventricular innecesaria produce un efecto adverso en su pronóstico. Desde luego, esta función no se debe encender en los pacientes que tienen bloqueo AV completo, a menos que sea intermitente.

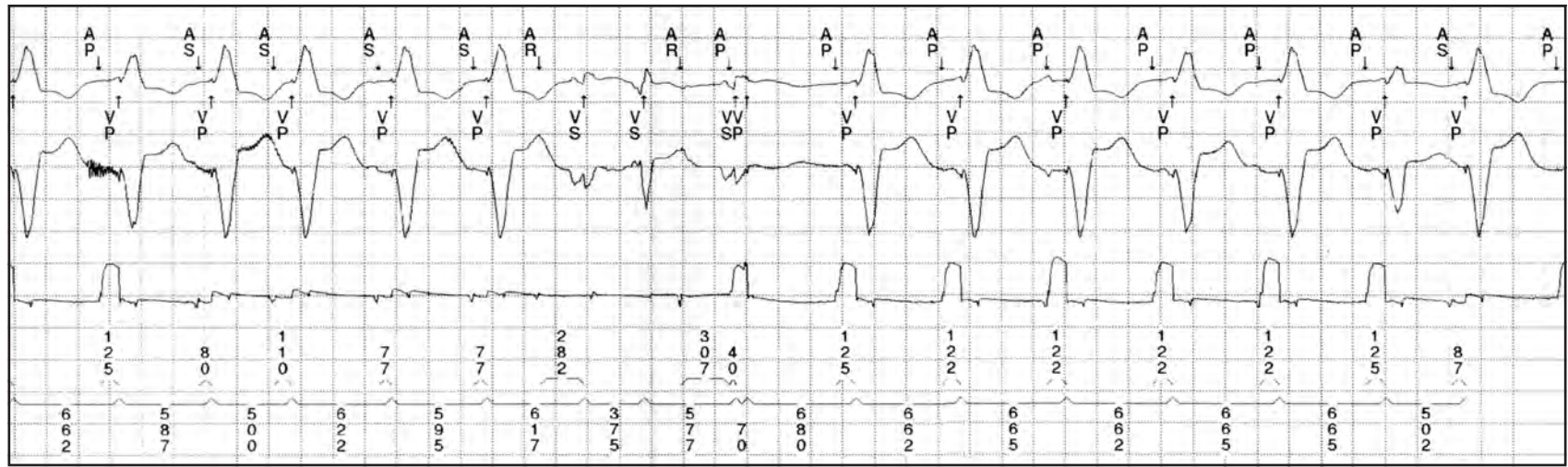


**ECG No. 105.** Arriba. Dos derivaciones obtenidas de registro Holter. Ritmo de marcapasos en modo VAT en reposo, frecuencia cardiaca en 65 lpm. Intervalo P-V programado=130 ms. S indica una contracción prematura supraventricular adecuadamente detectada, seguida de la respectiva contracción ventricular estimulada. En otro momento del día (abajo, las mismas derivaciones), mientras el paciente hace ejercicio, aumenta la frecuencia sinusal y el marcapasos da seguimiento a cada contracción atrial con un estímulo ventricular, siempre en modo VAT. El intervalo PR ahora es 90 ms; el dispositivo acorta **automáticamente el intervalo AV**, en relación directa al incremento de la frecuencia cardiaca, tal como es la fisiología normal de la conducción AV durante el ejercicio.

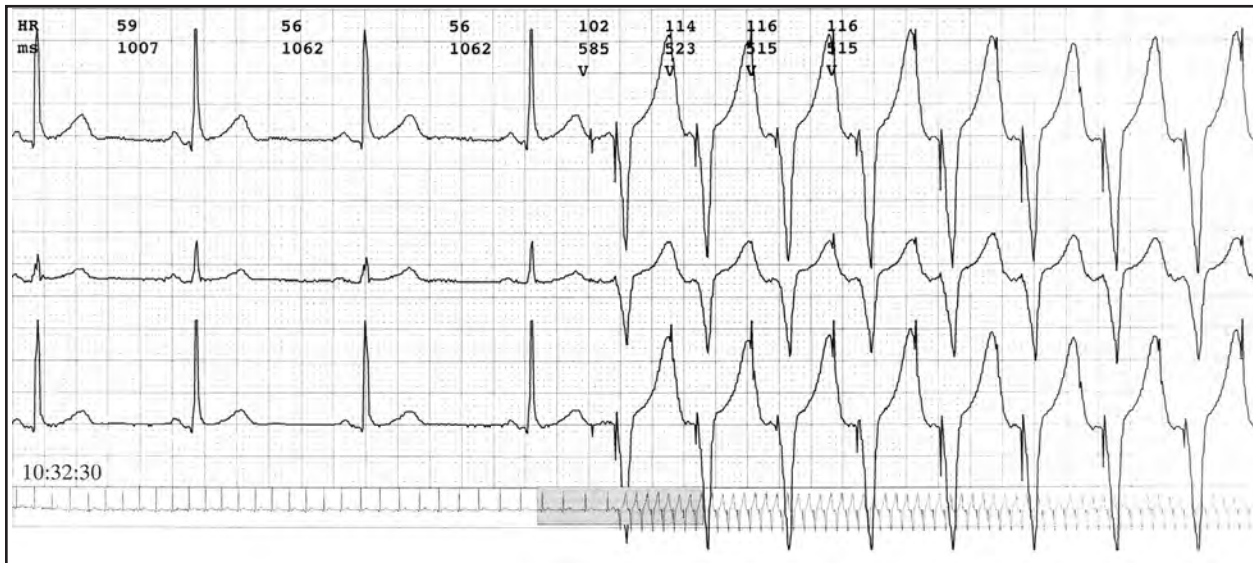




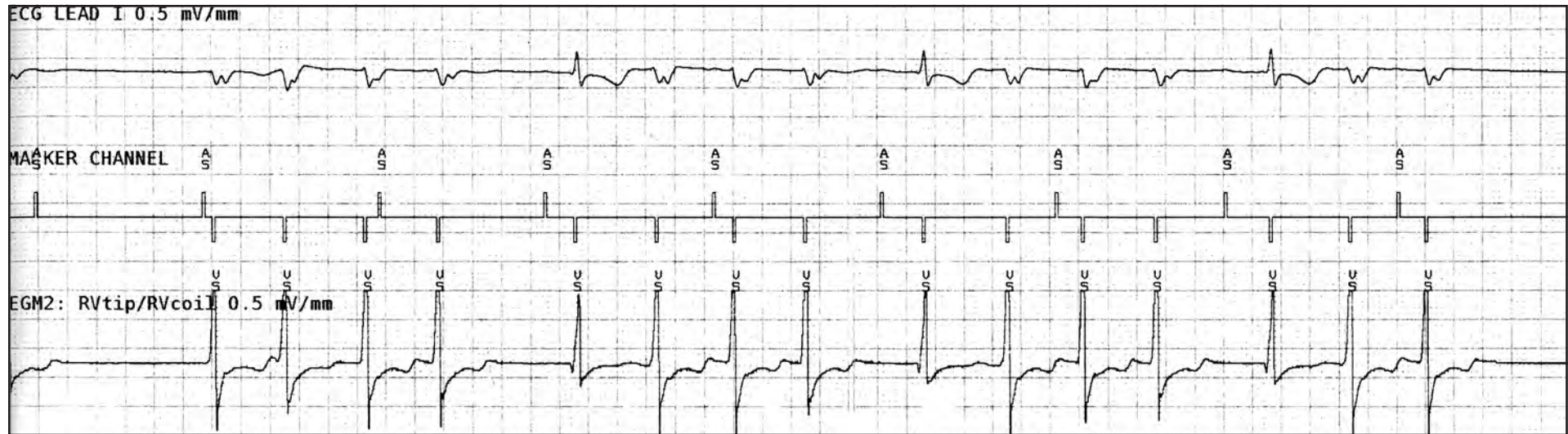
**ECG No. 106. Búsqueda del intervalo AV espontáneo.** Tres canales de registro Holter. Arriba, ritmo de marcapasos en modo VAT (detección atrial, estimulación ventricular). En el sexto latido, el marcapasos prolonga intencionalmente el intervalo AV para buscar si existe ritmo propio ventricular; en efecto, continúa el ritmo sinusal con complejos QRS anchos e intervalo PR prolongado (0,28 s). La onda P se dibuja al final de la T del latido precedente. Abajo, alcanzado un intervalo PR máximo o si se detecta ausencia de conducción AV, el marcapasos reinicia el modo VAT al intervalo PR programado de base. En pacientes con disfunción contráctil severa, es preferible mantener el ritmo propio en lugar de la estimulación ectópica con marcapasos, al menos durante los períodos en los que existe ritmo sinusal. Si el paciente es dependiente del marcapasos, es preferible entonces utilizar estimulación biventricular o "resincronizador".



**ECG No. 107.** Derivaciones II, III, electrograma atrial e intervalos AV y VV. El primer latido es estimulado en ambas cámaras, seguido de contracciones atriales adecuadamente detectadas (AS), con el respectivo seguimiento ventricular (VP). La sexta contracción atrial –prematura– es detectada durante el periodo refractario atrial (AR); siguen 2 complejos ventriculares adecuadamente detectados (VS), posiblemente 2 CPV; la segunda, con contracción atrial retrógrada (AR) detectada durante el PVARP. Y luego un estímulo atrial (AP); inmediatamente aparece otra CPV de idéntica morfología a la primera (VS) y 40 ms después una espiga ventricular (VP), que no logra despolarizar el miocardio por encontrarse en periodo refractario. En este caso, en que aleatoriamente aparece una CPV durante el intervalo AV, el marcapasos ejecuta la “**estimulación ventricular de seguridad**”, diseñada para prevenir asistolia en el caso que se detecten espigas atriales que inhiban la estimulación ventricular. Después del evento, sigue estimulación bicameral (AP-VP).

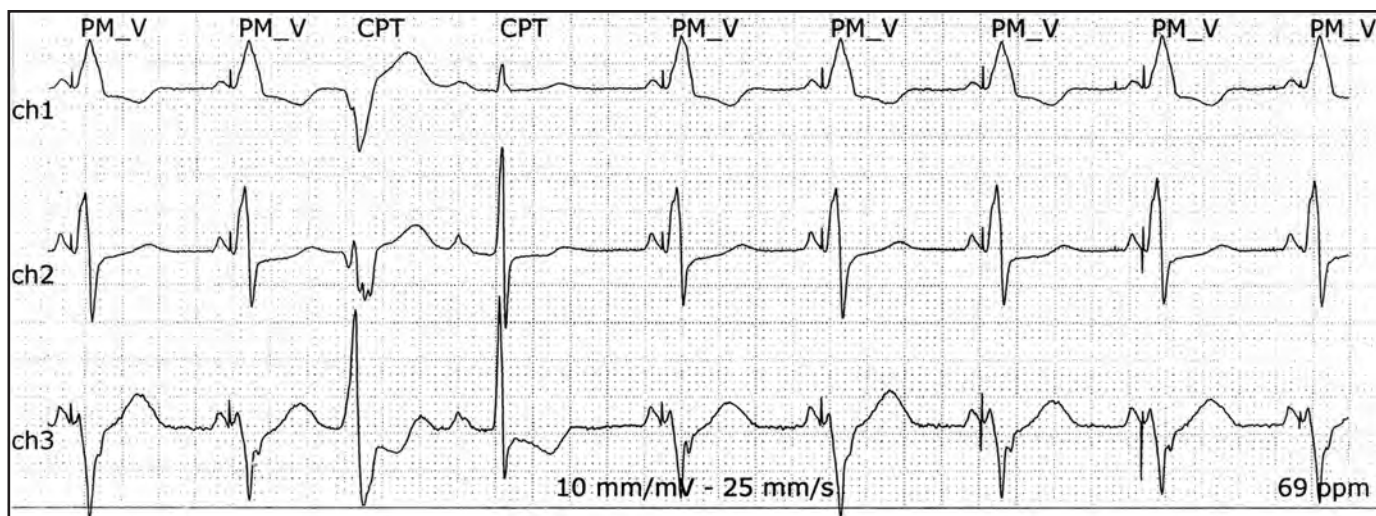


**ECG No. 108.** Tres derivaciones obtenidas de registro Holter de un paciente masculino de 62 años, portador de cardiopatía isquémica revascularizada con *stent*; se le implantó un marcapasos bicameral debido a disfunción sinusal sintomática por síncope. Se programó la función “**respuesta a la caída súbita de frecuencia cardíaca**”: detectada una frecuencia cardíaca espontánea menor de la programada, el marcapasos inicia la estimulación, pero a una frecuencia mayor que la de estimulación programada de reposo; segundos después, la va disminuyendo hasta alcanzar una frecuencia de estimulación basal. Lo más notorio de este trazado, es el inicio “prematureo” de la estimulación bicameral, en lugar de aparecer después de transcurrido el intervalo PP programado. Esta función es útil para los casos que presentan caída súbita de la frecuencia cardíaca, tal como ocurre en el síncope neurocardiogénico.

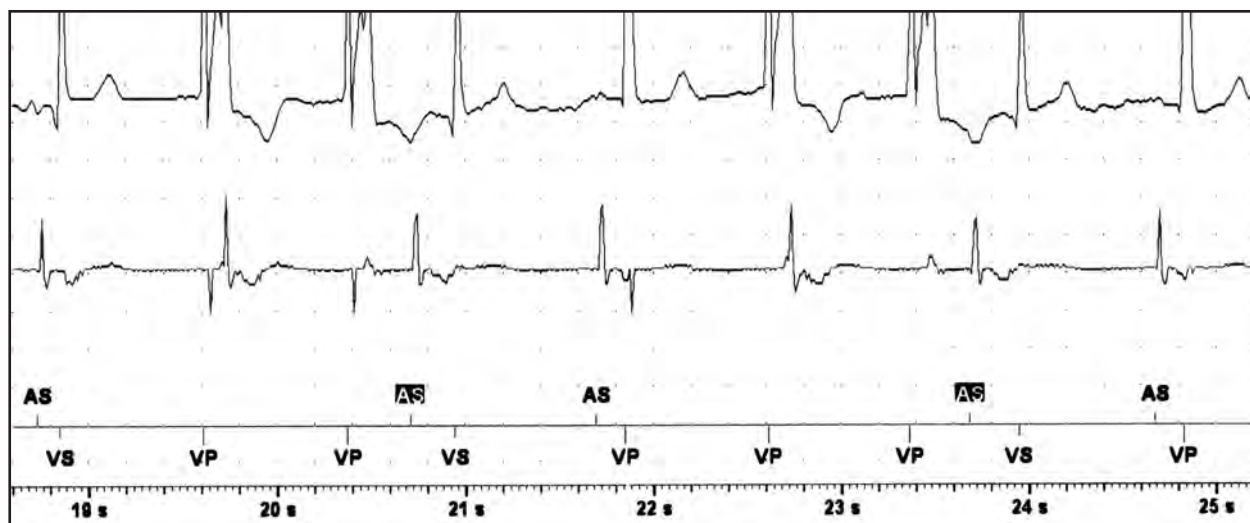


**ECG No. 109.** Derivación I, canal de marcas y electrograma ventricular. Paciente en ritmo sinusal y salvas repetidas de “duplas” o “tripletras” de CPV, que generan ciclos “corto-largo” frecuentes; es decir, el intervalo corto de acoplamiento de la CPV y el intervalo largo o pausa postextrasistólica. Esta situación genera “dispersión de la refractariedad miocárdica”, lo cual es una condición predisponente para la generación de taquiarritmias tales como la taquicardia ventricular polimórfica. Para evitar estas variaciones bruscas y repetidas en el intervalo RR, se programa el parámetro **“estabilización de la frecuencia ventricular”** (ECG No. 110, abajo, los mismos canales); en el cual, durante la pausa postextrasistólica, el marcapasos no espera el ciclo RR de base programado (p.ej. 60 lpm), sino que lo hace a un RR previamente calculado en base al promedio de varios ciclos previos, tal como se observa en los últimos 2 latidos, en que la estimulación bicameral (AP-VP) se inicia antes del ciclo PP programado. Este paciente es portador de un desfibrilador implantable, que incluye función de marcapasos antibradicardia.



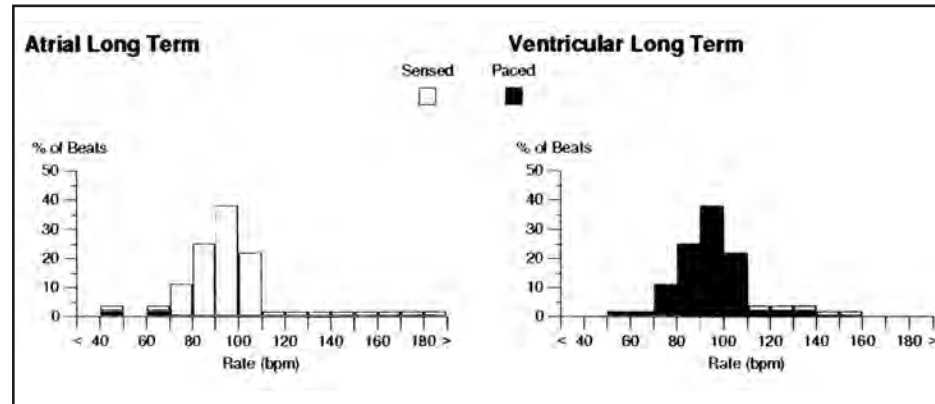


**ECG No. 111. Respuesta a CPV.** Ritmo de marcapasos en modo VAT, intervalo AV programado en 110 ms. Aparece una CPV (señalada con CPT); el latido sinusal que la sucede, (también rotulado como CPT) no tiene seguimiento ventricular, sino que transcurre el intervalo AV espontáneo (260 ms); luego, se presenta la estimulación VAT nuevamente. En este único latido sinusal, el marcapasos ha inhibido el seguimiento ventricular mediante la prolongación deliberada del PVARP de la CPV previa. Esto se hace con el fin de evitar la detección atrial, en el caso que el paciente tenga conducción atrial retrógrada durante la CPV y evitar así una taquicardia mediada por marcapasos (ver ECG No. 123-125).

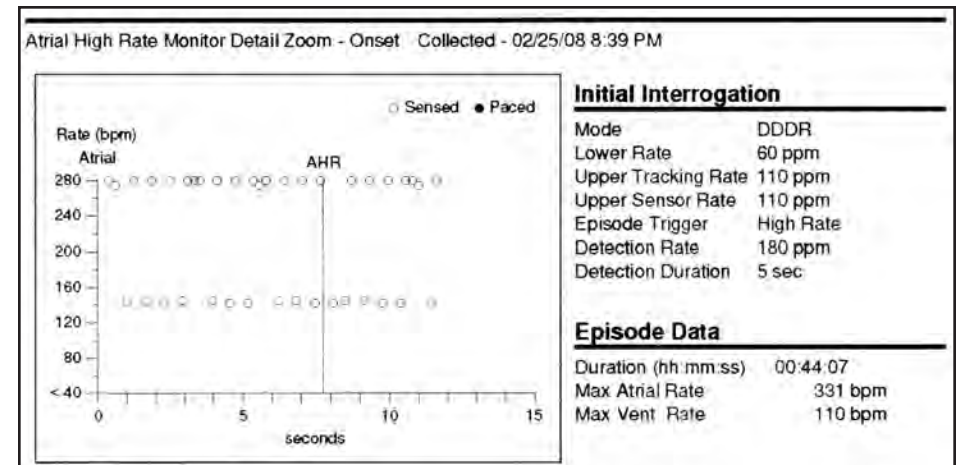


**ECG No. 112.** Marcapasos en modo VDD, en el cual se utiliza un único electrodo que permite detectar la actividad atrial (pero no estimular esta cámara) y detectar y estimular el ventrículo. Derivación II, electrograma atrial y marcas. Después del primer latido sinusal, aparecen dos estímulos ventriculares, que por definición, se inician si no es detectada actividad atrial alguna. Después, un latido sinusal conducido a ventrículos (VS) con el marcador "AS" en un recuadro negro, que indica que se ha detectado la actividad sinusal durante el período refractario atrial postventricular (del latido previo estimulado). Luego, se repite la misma secuencia, el primero de los tres latidos estimulados es una "fusión".

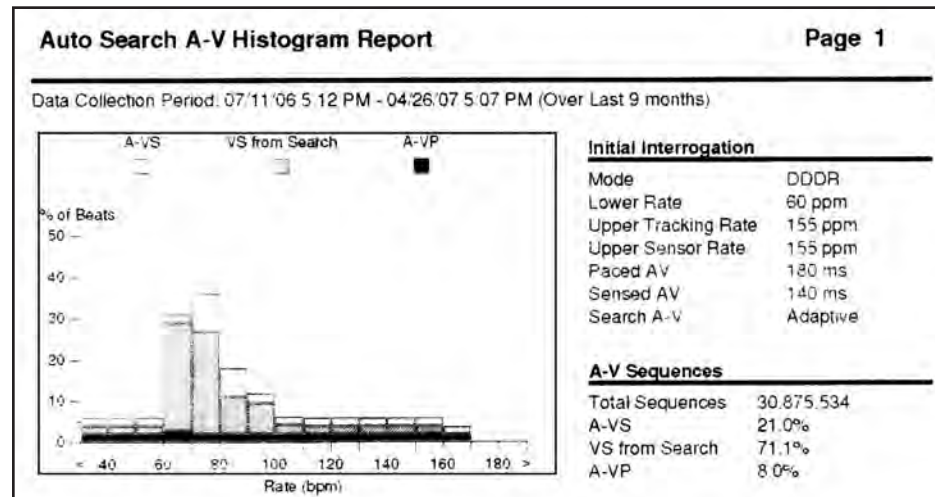
## Información almacenada



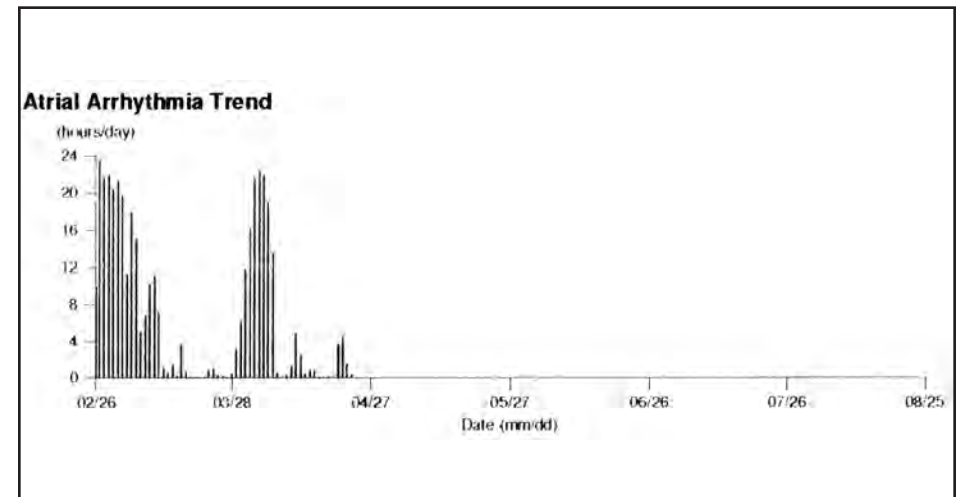
**Fig. 13.** Histogramas de frecuencia atrial y ventricular almacenados y mostrados mediante la interrogación del dispositivo durante el seguimiento ambulatorio. En este caso, en la mayor parte del período de registro, el marcapasos detecta la actividad atrial espontánea y le da seguimiento con estimulación ventricular (modo VAT).



**Fig. 15.** Episodio almacenado como taquicardia/flúter atrial, mostrado en forma de gráfico de coordenadas. Los eventos atriales tienen una frecuencia constante, 280 bpm, y los ventriculares, 150 bpm; no se registra estimulación, lo que significa que esta taquiarritmia es adecuadamente detectada en ambas cámaras. Este patrón sugiere la presencia de un flúter atrial con conducción AV 2 a 1.

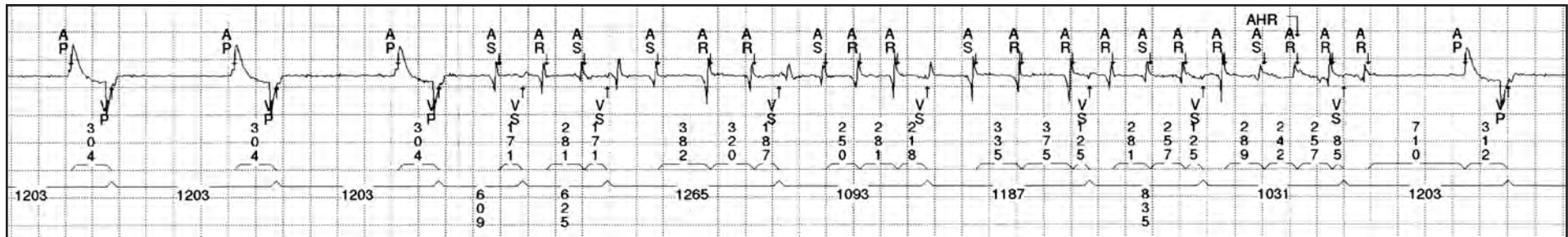


**Fig. 14.** Histogramas de búsqueda del intervalo AV, función que se programa cuando se desea mantener la activación ventricular intrínseca, usualmente cuando la mayor disfunción radica en el nodo sinusal. Durante una parte significativa del período de registro, se ha logrado detectarla y solo una pequeña porción corresponde a estimulación ventricular derecha.



**Fig. 16.** Duración y frecuencia de episodios calificados como taquiarritmia atrial, en un período de 6 meses. En este caso, se muestra alta densidad arrítmica inicial, que después desaparece, posiblemente por efecto de terapia farmacológica antiarrítmica utilizada en combinación con la terapia con marcapasos.

## Electrogramas almacenados



**ECG No. 113.** Interrogación de marcapasos DDD. Evento almacenado como un episodio de **"frecuencia atrial elevada"** (AHR, *atrial high rate*). Electrograma atrial, marcas e intervalos AV y VV (en ms). Se observa estimulación atrial (AP) seguida de estimulación ventricular (VP) a un intervalo AV intencionalmente prolongado (300 ms). Súbitamente, aparece un ritmo atrial que es parcialmente detectado y varias contracciones atriales aparecen durante el período refractario atrial (AR) del marcapasos. Solo algunos latidos atriales son conducidos a los ventriculos (VS), lo que indica cierto grado de bloqueo AV, la condición de fondo del paciente. Esta información en muchos casos es relevante porque explica síntomas como palpitaciones o determina que el paciente deba tratarse con terapia anticoagulante.



**ECG No. 114.** Electrogramas atrial y ventricular y canal de marcas. Evento almacenado como de **"frecuencia atrial elevada"** (velocidad del registro 50 mm/s, el doble de la usual). Se observa un ritmo regular y rápido atrial (señalado con A, arriba) con una frecuencia de 300 contracciones por minuto y frecuencia ventricular espontánea en 150 lpm, sugestivo entonces de flúter atrial con conducción AV 2 a 1. En el electrograma atrial se observa la actividad ventricular (V) de menor voltaje y diferente morfología, señalada con V. Cuando la actividad atrial se inscribe durante el período refractario atrial postventricular, se indica AS entre paréntesis.

## Disfunción de marcapasos bicamerales

Pueden existir fallas en la captura y fallas en la detección. Las fallas en la captura se caracterizan por la aparición de espigas sin la respectiva onda P o el respectivo complejo QRS ancho. Es importante recordar que si la espiga aparece durante el período refractario, se trata de falla en la detección y no en la captura, porque es normal que durante este período sea imposible desencadenar una despolarización miocárdica, tanto atrial como ventricular.

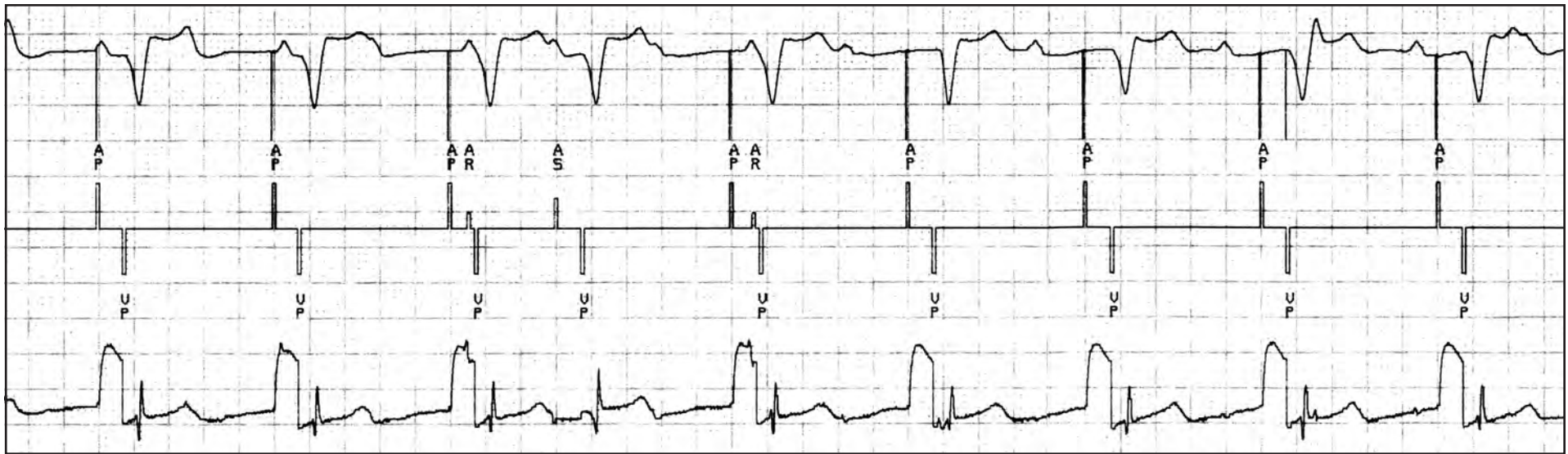
Es frecuente encontrarse con pacientes que presentan súbitamente fibrilación o flúter atrial con elevada frecuencia ventricular estimulada, dado que, como se mencionó, el modo DDD implica el envío de una espiga ventricular ante cada evento atrial detectado; la frecuencia máxima estimulada que se alcance depende de la frecuencia máxima de seguimiento programada. Esta eventualidad se corrige programando la función “cambio automático de modo”: superado un límite máximo programado de frecuencia atrial, el marcapasos cambia el modo de estimulación a unicameral VVI o bicameral DDI, con lo cual, a pesar de la elevada frecuencia atrial, la estimulación ventricular ocurre a 60 lpm; una vez revertida la taquiarritmia (en forma espontánea o inducida), nuevamente se autoprograma en modo bicameral DDD.

Por otro lado, usualmente la fibrilación atrial es subdetectada, por la baja amplitud de los potenciales atriales durante esta taquiarritmia. Si el cambio de modo

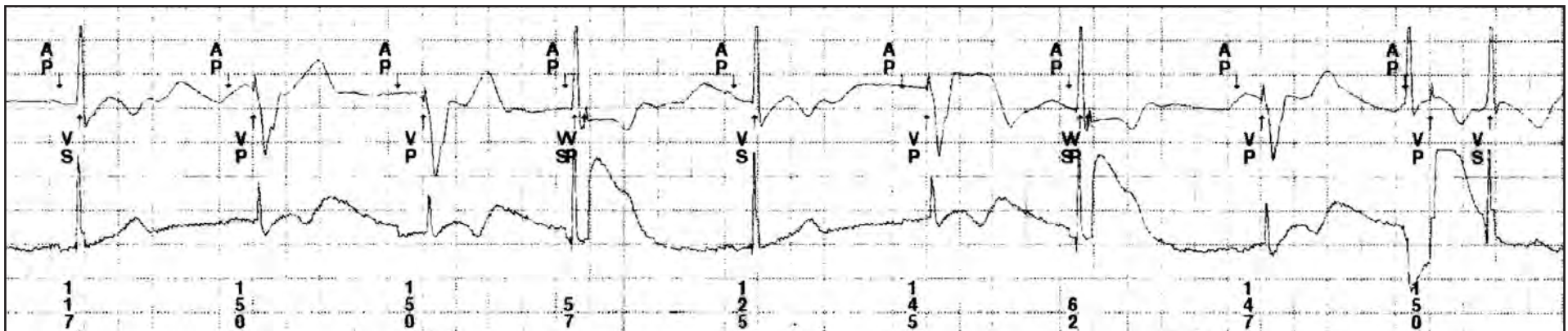
se ejecuta en modo DDI, eso provocará que se envíe la espiga atrial, —a pesar de la elevada frecuencia atrial— después de la cual, se envía la ventricular; no es infrecuente que, en esta situación, entre ambas espigas aparezca un latido ventricular espontáneo, el cual impedirá que la espiga ventricular despolarice el miocardio, porque este se encuentra en período refractario. Por tanto, tampoco se trata de falla de captura ventricular (ECG. No. 100).

Ahora bien con respecto a las fallas en la detección, pueden ocurrir por sobre-detección o por subdetección. En el primer caso, se observará inhibición de la estimulación por señales propias del paciente, tales como la onda P, el QRS o la onda T o miopotenciales diafragmáticos o pectorales; o bien, por señales externas que ocasionan interferencia electromagnética. En el segundo caso, se observará la inscripción de espigas antes del intervalo esperado o durante eventos propios del paciente. Estas anomalías pueden suceder tanto en atrios como en ventrículos.

Cuando una cámara detecta una señal de campo lejano (por ejemplo, el atrio detecta la actividad ventricular como propia), es también sobre-detección y conduce a inhibición inadecuada. Este fenómeno se llama “conversación cruzada” o *crosstalk*. Por defecto, los marcapasos tienen “períodos de ceguera”, principalmente para evitar la sobre-detección de la espiga, tanto atrial como ventricular.

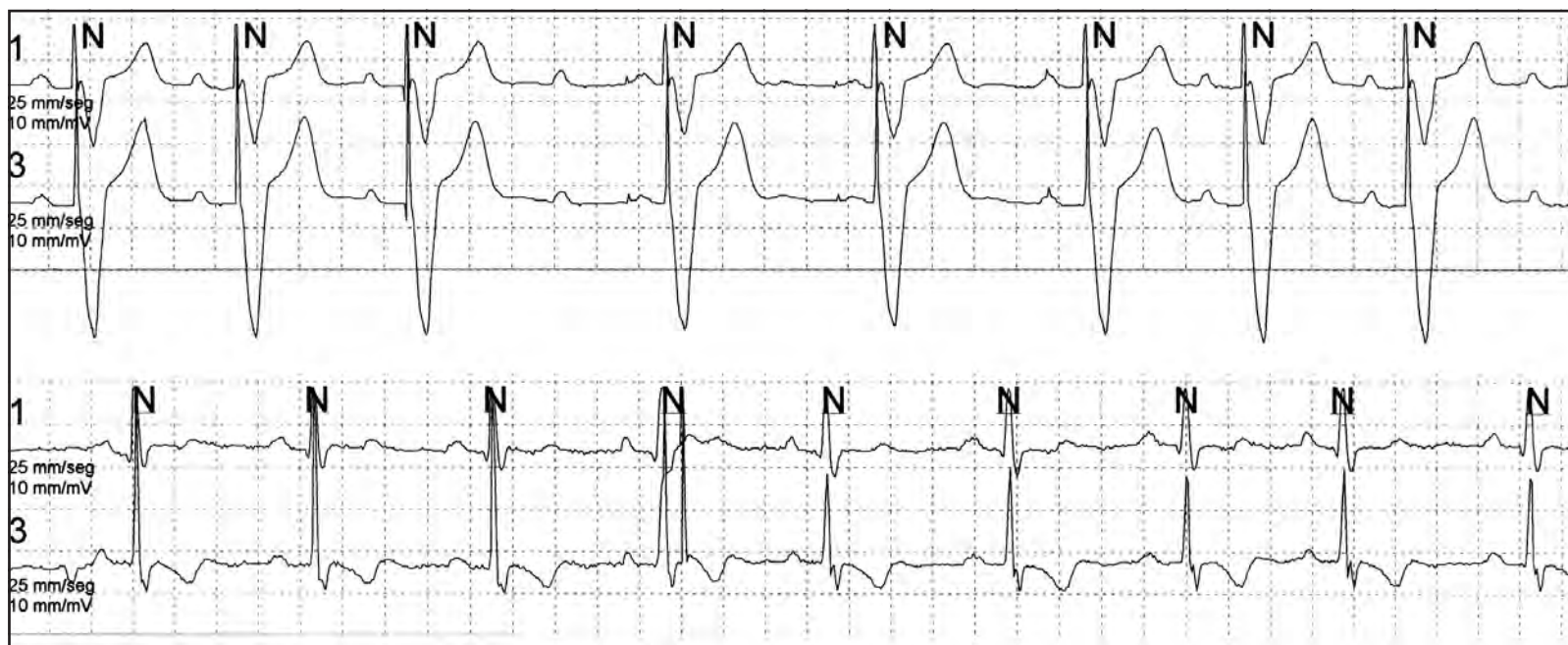


**ECG No. 126.** Derivación II, canal de marcas atrial y electrograma atrial. Los 2 primeros estímulos atriales en apariencia generan ondas P, pero las siguientes espigas atriales no lo consiguen, lo que indica **pérdida de captura atrial**; en el ventrículo existe adecuada captura (VP). El ritmo de base es sinusal, bloqueo AV y disociación atrioventricular; la tercera onda P espontánea aparece durante el período refractario atrial (AR) y el estímulo ventricular recae sobre la onda P sinusal. Sigue una CPSV adecuadamente detectada con el subsiguiente estímulo ventricular y luego se repite la secuencia.



**ECG No. 127. Falla de captura atrial.** Derivación I, marcas, electrograma ventricular e intervalo AV. No existe captura atrial, dado que después de cada espiga atrial, no se observa onda P (tercero y sexto latidos). Tampoco es detectado el ritmo propio sinusal (la onda P visible en el primero y quinto latidos), por lo que aparecen espigas atriales (AP) de manera aleatoria. En el segundo, tercero, sexto y octavo latidos, la consiguiente espiga ventricular, logra despolarizar los ventrículos (VP, complejos QRS anchos); pero en el cuarto y séptimo, el complejo QRS propio (VS) se interpone entre la espiga atrial y la ventricular, lo que determina el envío de un “estímulo ventricular de seguridad”, motivo por el cual, ambos marcadores se registran muy cerca uno del otro; por supuesto, no existe captura ventricular porque el miocardio es refractario en ese momento. Este tipo de doble disfunción obliga a recolocar el electrodo atrial.



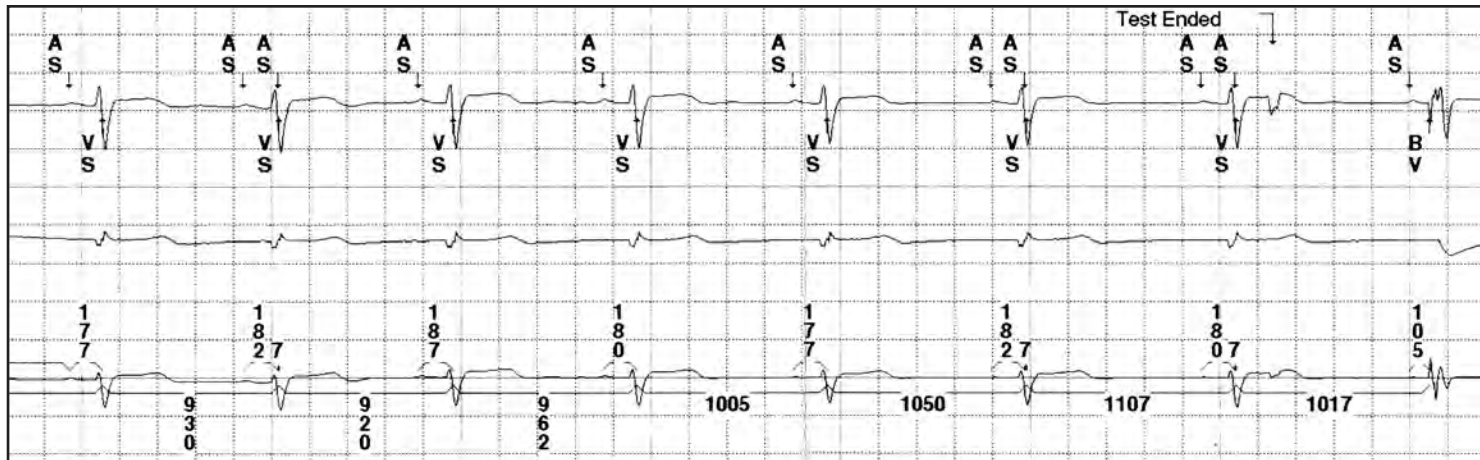


**ECG No. 128.** Dos derivaciones simultáneas de registro Holter, en dos momentos diferentes. **Subdetección atrial.** Arriba. El trazado se inicia con estimulación bicameral en modo VAT (detección atrial, estimulación ventricular), frecuencia de base 60 lpm; en el cuarto latido, se visualiza una onda P que no tiene QRS y menos de 0,4 s después aparece estimulación atrial (onda P con espiga), lo que indica que la primera no fue detectada y por ende, no fue seguida de un complejo QRS estimulado. Abajo. Ritmo sinusal adecuadamente detectado, tanto en atrio como en ventrículo derechos; la cuarta onda P es de morfología discretamente distinta a las precedentes; es decir, se origina en un sitio distinto al sinusal. Esta contracción atrial no es detectada; el marcapasos contabiliza 1 s desde la última contracción atrial detectada, luego envía una espiga atrial (no visible) y, seguidamente, la espiga ventricular. Esta tiene la misma morfología que en el trazado superior y no produce despolarización ventricular por aparecer durante la repolarización ventricular. Sigue después, ritmo sinusal detectado adecuadamente.

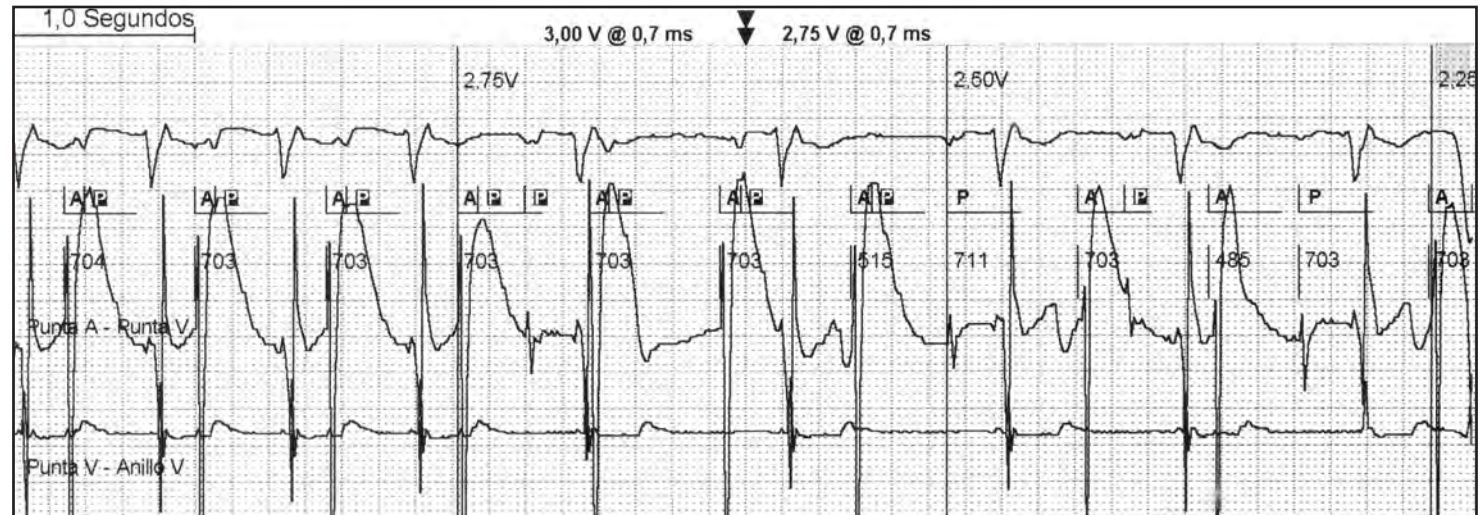




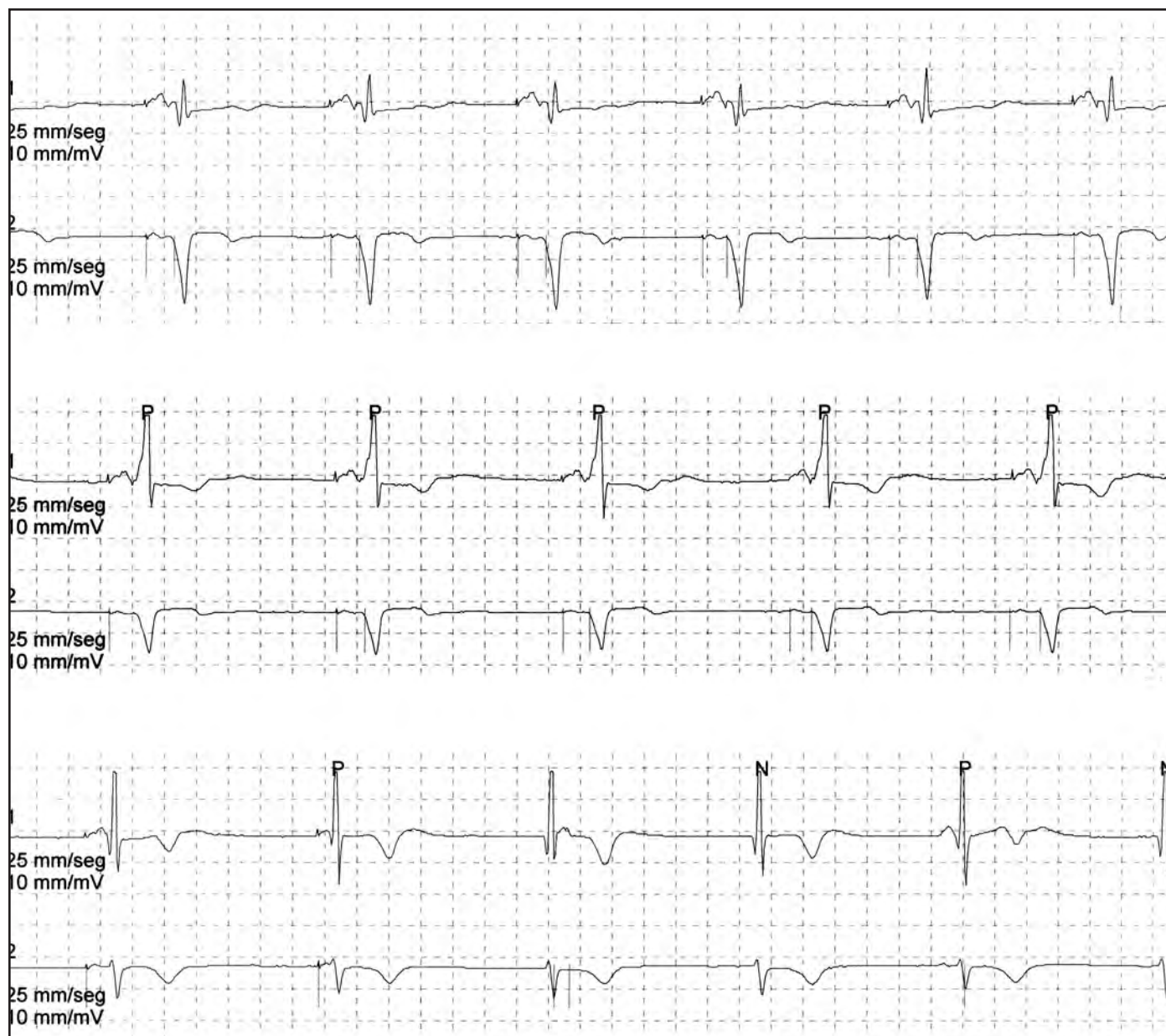
**ECG No. 131.** Tres derivaciones obtenidas con registro Holter de un paciente de 38 años con un marcapasos DDD implantado por bloqueo AV completo congénito. Arriba, se observa ritmo unional de escape; después del cuarto latido, aparece ritmo sinusal –ondas P– con adecuado seguimiento ventricular (modo VAT). Abajo, durante ejercicio, ritmo unional (algo irregular) con actividad atrial disociada de la ventricular: las contracciones atriales –ondas P, más visibles en el canal del centro–, aparecen después del QRS pero a una distancia variable (intervalo VA no constante) y son seguidas por estimulación ventricular, aunque sin captura: el tejido miocárdico en ese momento –el segmento ST– está en período refractario. Después de cada complejo QRS estimulado o espontáneo, el marcapasos debe iniciar el período refractario atrial postventricular (PVARP), de manera que estas contracciones atriales no deberían tener espiga de seguimiento ventricular. En este caso el ritmo unional no es detectado, un hallazgo frecuente en este tipo de pacientes.



**ECG No. 132. Sobredetección del complejo QRS.** Derivación II, electrograma ventricular, derivación I, intervalos AV y VV. Mientras se inhibe la estimulación biventricular (BV), los complejos QRS propios son detectados como actividad atrial. Esta "sobredetección de onda R de campo lejano" puede ocasionar disfunción del marcapasos, al determinar que la frecuencia atrial es elevada y ejecutar innecesariamente la función "cambio de modo automático". O bien, puede reiniciar el ciclo atrial tardíamente y ocasionar bradicardia. Esta situación se corrige incrementando la duración del período refractario atrial postventricular. En algunos marcapasos, esta función es automática.

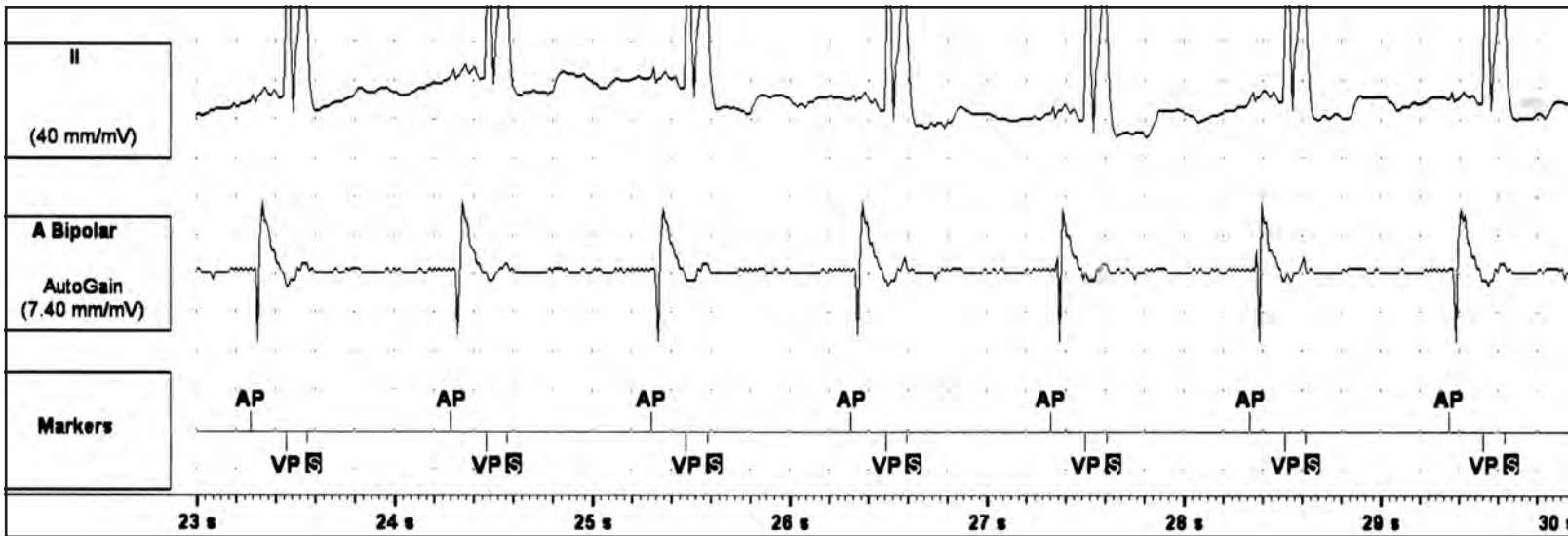


**ECG No. 133. Sobredetección atrial.** Derivación II, electrograma A-V y electrograma ventricular. Prueba de umbral atrial en modo AAI; existe "doble conteo" de la contracción atrial, señalados con A e inmediatamente "P", enmarcada en un recuadro negro que indica que se detectó durante el período refractario atrial y evidenciado en la morfología bifásica de la P en II. Después del tercer complejo estimulado (2,75 V), no se logra captura, por lo que se inscribe una P espontánea; los 2 siguientes estímulos logran capturar el atrio, evidenciado por la morfología de la onda P periférica, el primero sin conducción AV y a partir del séptimo estímulo, no existe captura atrial. El paciente tiene ritmo de base sinusal, con intervalo PR prolongado. Es mucho menos frecuente la sobredetección que la subdetección atrial, puesto que usualmente los potenciales atriales son de bajo voltaje.

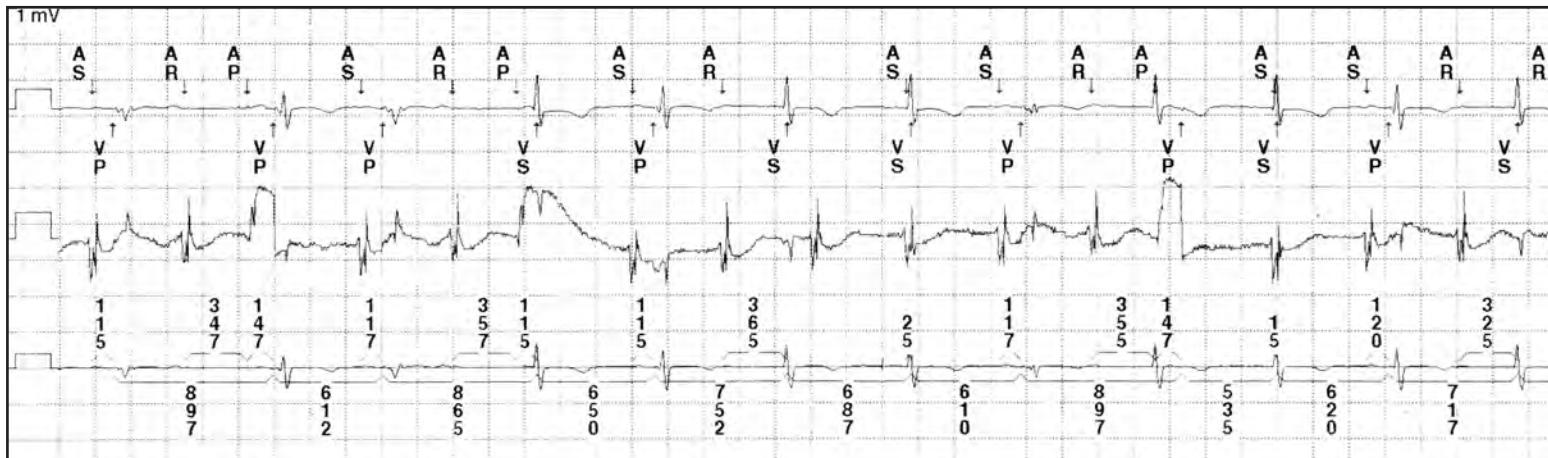


**ECG No. 134. Sobredetección del complejo QRS.**

Dos derivaciones de registro Holter. Arriba, marcapasos DDD programado a 50 lpm (ciclo RR=1,2 s), se observa estimulación bicameral. Al centro, la frecuencia atrial cae a 42 lpm; el intervalo QRS-espiga atrial es 1,2 s, lo que indica que el complejo QRS estimulado está siendo detectado por el electrodo atrial como si se tratara de una contracción atrial espontánea y esto reinicia el conteo del ciclo atrial; esta disfunción se denomina **"conversación cruzada"** o *crosstalk*. Abajo, como consecuencia de la bradicardia, aparecen latidos de escape de la unión AV, disociados de la actividad atrial, que se inscriben durante el intervalo AV programado y no son detectados. Las demás ondas P, posiblemente espontáneas y adecuadamente detectadas, seguidas por una espiga ventricular no capturada. Esta situación puede corregirse reprogramando el periodo refractario o la sensibilidad atrial.



**ECG No. 135. Sobredetección del complejo QRS.** Derivación II, electrograma atrial y marcas. El marcador "S" en un recuadro negro indica doble detección del complejo QRS estimulado, pero durante el período refractario ventricular, de manera que no se reinicia el ciclo RR; se mantiene la frecuencia de estimulación a 60 lpm.



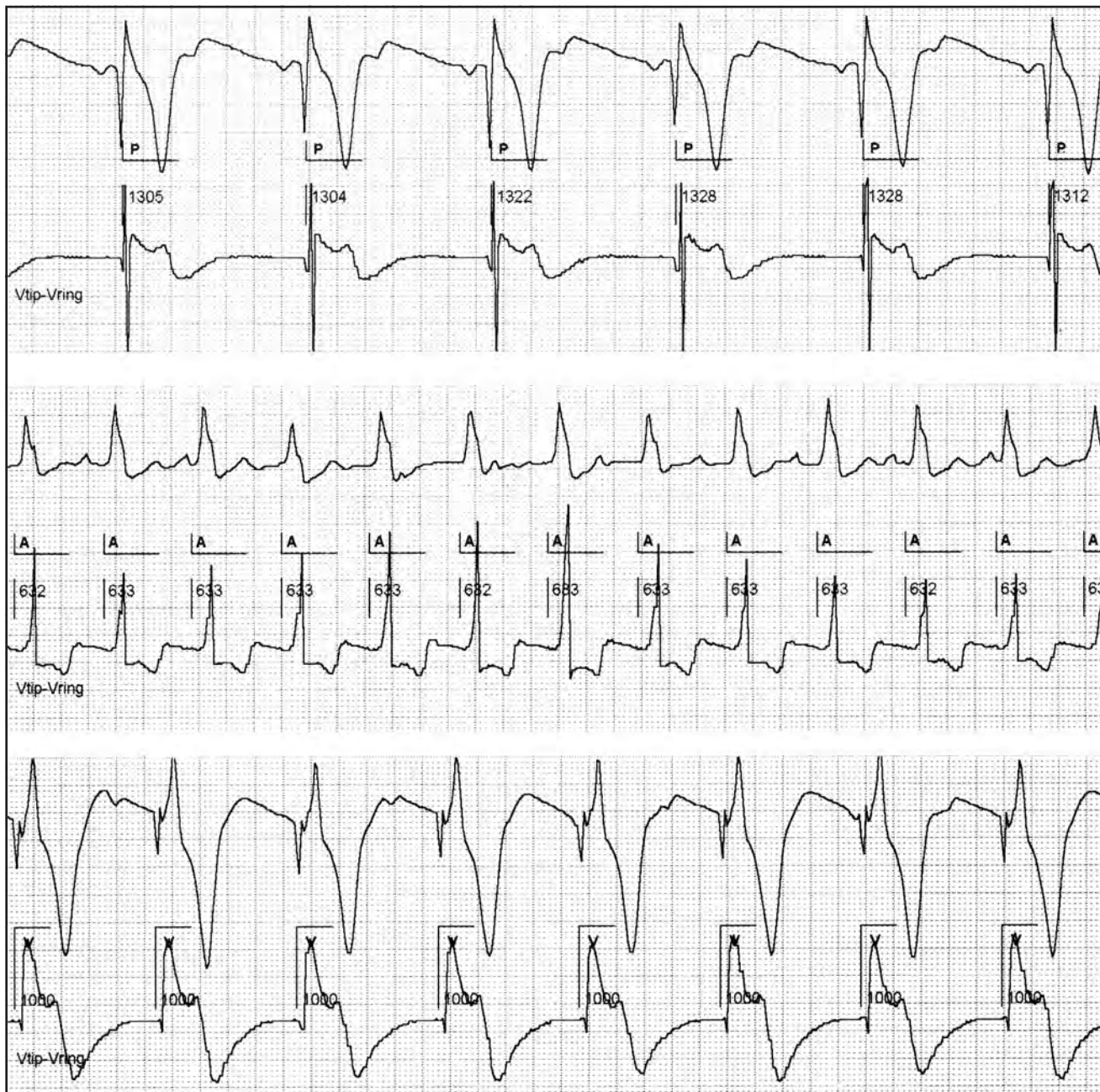
**ECG No. 136. Disbalance o "mismatch" atrioventricular.** Derivación II, electrograma atrial, intervalos AV, VA y abajo VV (en ms). La frecuencia atrial aproximada es 130 lpm, bien definida en el electrograma atrial; la primera contracción atrial es detectada (AS) y seguida por un estímulo ventricular (VP) pero la siguiente, cae durante el PVARP, por lo que no es seguida de estímulo ventricular; transcurrido el intervalo PP programado (frecuencia mínima 70 lpm), se envía un estímulo atrial, dado que el anterior no fue tomado en cuenta para el conteo y es seguido adecuadamente por un estímulo ventricular. Nuevamente se detecta una contracción atrial espontánea (AS), seguida de la estimulación ventricular (VP) y la secuencia se repite. El sexto complejo QRS es un latido espontáneo que aparece dentro de la ventana de detección ventricular y tiene una contracción atrial precedente –con intervalo PR prolongado– no tomada en cuenta para el conteo porque también apareció durante el PVARP. Si se confirma que este ritmo atrial es fisiológico, deberá encenderse el PVARP dinámico para que todas las contracciones atriales tengan un adecuado seguimiento ventricular. Si el ritmo es patológico, deberá programarse un cambio automático de modo que detecte ese rango de frecuencia.



**ECG No. 137. Desplazamiento del electrodo atrial.** Dos derivaciones de registro Holter. Los primeros 4 latidos en modo VAT (detección atrial seguida de estimulación ventricular) a una frecuencia aproximada de 85 lpm son seguidos, a partir del quinto latido, de estimulación ventricular, también a 85 lpm: la morfología del QRS estimulado es muy diferente a la de los primeros 4, lo que indica que ocurre desde un sitio diferente al primero y, al final del complejo QRS se inscribe una segunda espiga, la estimulación ventricular. Estos 2 hallazgos indican que el electrodo atrial está estimulando también al ventrículo derecho y transcurrido el intervalo AV programado, inscribe la espiga ventricular, pero no produce una despolarización por encontrarse el miocardio en período refractario.

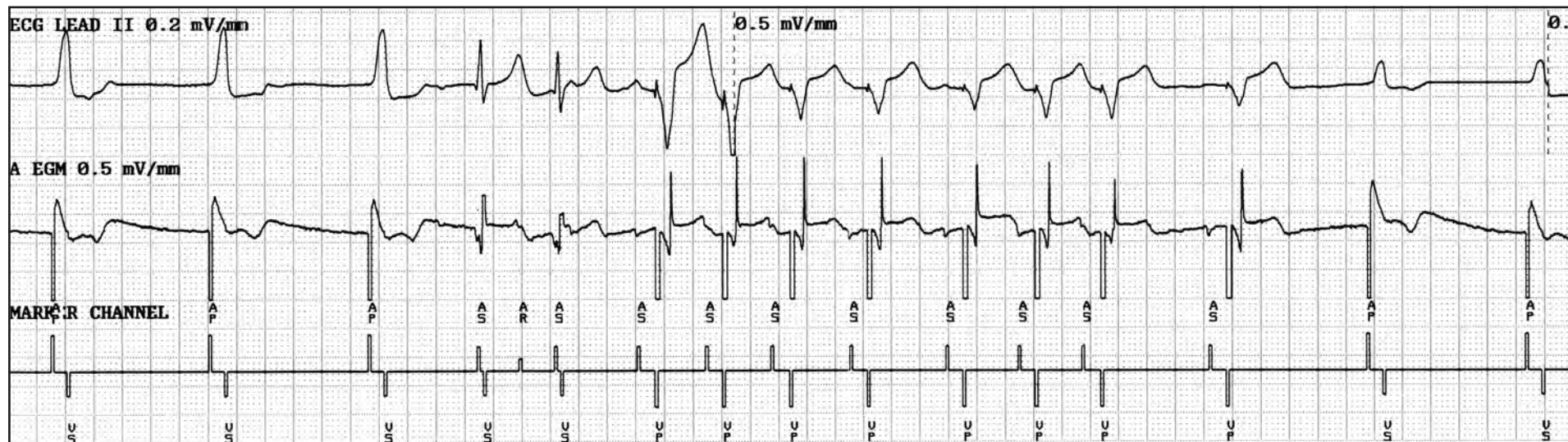


**ECG No. 138. Desplazamiento del electrodo atrial.** Derivación II periférica, electrograma ventricular, electrograma atrial, intervalos AA y VV. Paciente en ritmo propio sinusal con complejos QRS anchos. El marcapasos detecta la contracción atrial (AS) y la contracción ventricular en forma simultánea (VS), ambos coincidentes con el QRS de superficie. Normalmente, ambos electrogramas deberían aparecer secuencialmente, primero atrio y luego ventrículo, pero aquí aparecen simultáneamente. Estos hallazgos sugieren que el electrodo atrial se ha desplazado hacia el ventrículo derecho. La pausa observada al centro es un defecto del registro de superficie, dado que aparecen electrogramas que confirman que existe actividad cardíaca.



**ECG No. 139. Desplazamiento del electrodo atrial.** Derivación II, marcadores atrial y ventricular, intervalo PP o VV y electrograma ventricular. Arriba, ritmo sinusal con complejos QRS anchos; el marcador atrial (P) aparece durante el inicio del QRS, lo que indica que el electrodo atrial está anormalmente alojado en el ventrículo derecho. Al centro: al realizar estimulación atrial en modo AAI, los estímulos atriales (A) generan complejos QRS en lugar de generar ondas P; el electrograma ventricular se inicia poco después del QRS de superficie, tiempo que refleja la distancia entre el electrodo atrial (que inicia la estimulación) y el ventricular (separado del atrial por algunos centímetros) que la detecta. Abajo: durante estimulación ventricular en modo VVI, existe adecuada captura pero diferente morfología del QRS y del electrograma. Esto lo distingue del trazado anterior y confirma que el electrodo atrial está estimulando el ventrículo derecho.





**ECG No. 140.** Derivación II, electrograma ventricular, marcadores atrial y ventricular. Los primeros tres latidos son marcados como estimulación atrial (AP); sin embargo, se inscribe un complejo QRS, el cual es detectado por el electrodo ventricular (VS); es decir, el electrodo atrial está estimulando el ventrículo. Los siguientes dos complejos QRS angostos son también erróneamente calificados como contracciones atriales; entre ambos, una contracción atrial es detectada, durante el PVARP. Aparece un episodio de taquicardia paroxística supraventricular, durante el cual, sí existe adecuada detección de las contracciones atriales, posiblemente por su origen ectópico, más cercano al electrodo atrial que las de origen sinusal. Cesa el episodio y en los últimos dos latidos, nuevamente aparece la disfunción descrita.





**Marcapasos tricamerales**  
(resincronizador cardiaco)



## Marcapasos tricamerales

Parámetros de estimulación  
Configuración de la estimulación biventricular  
Parámetros de detección  
Intervalos AV e intervalo VV  
Funciones especiales  
Parámetros de almacenamiento

El marcapasos tricameral, denominado también marcapasos biventricular o resincronizador cardíaco, tiene como principal fin, a diferencia de los anteriores, restablecer la sincronía inter e intraventricular que se ha perdido en los pacientes con miocardiopatía dilatada. Esta condición se acompaña con frecuencia de bloqueo de la rama izquierda del haz de His (BRIHH), el cual es consecuencia del daño difuso miocárdico producido por procesos fisiopatológicos como isquemia, necrosis, hipertrofia o remodelación que existen en las diferentes cardiopatías. Este trastorno de conducción intraventricular produce retardo en la contracción de las regiones más distales -lateral y posterior- del ventrículo izquierdo, fenómeno denominado “disincronía ventricular”; ésta, empeora la función contráctil que ya tiene un deterioro previo. Normalmente, estos segmentos se contraen en forma sincrónica con el tabique y región anterior del ventrículo izquierdo (VI), a través del sistema de conducción intacto, el cual permite que el impulso eléctrico alcance todos los segmentos de manera prácticamente simultánea, necesaria para una eficiencia mecánica normal. Además de la presencia de

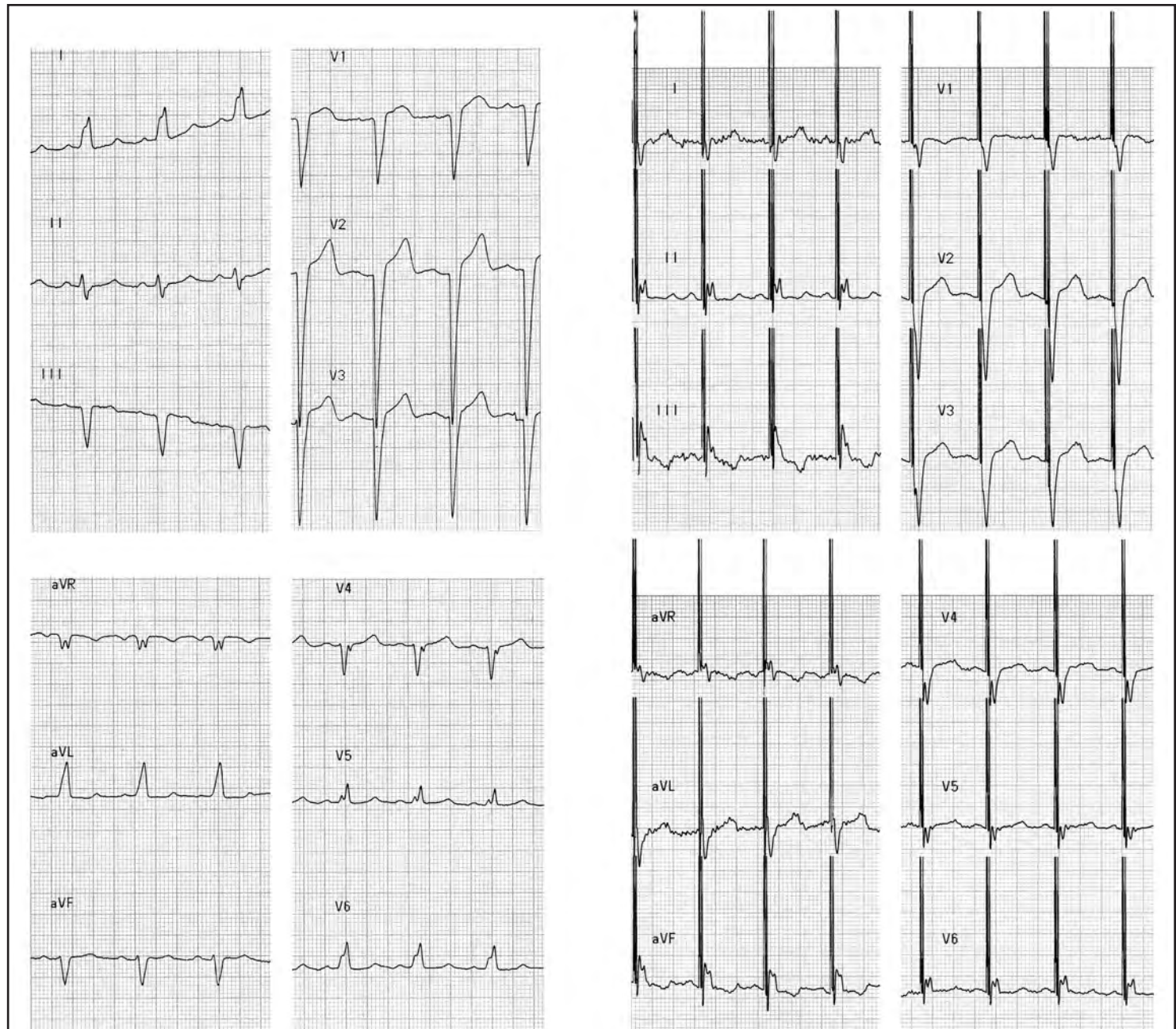
BRIHH en el electrocardiograma, con el ecocardiograma se puede visualizar el retardo contráctil de dichos segmentos miocárdicos y cuantificarlo, especialmente con la técnica “Doppler tisular”. Por lo tanto, estos dispositivos están indicados en los pacientes con disfunción contráctil significativa (Fracción de eyección  $\leq 0,35$ ), BRIHH con QRS  $\geq 0,12$  s e insuficiencia cardíaca en clase funcional III-IV, bajo tratamiento farmacológico completo. En pacientes que tienen duración del QRS  $\geq 0,14$  s, en ausencia de áreas extensas de necrosis, se ha observado mejores resultados.

Este dispositivo restablece la sincronía interventricular mediante la estimulación de la pared posterior o lateral del VI (a través de un electrodo alojado en una vena cardíaca epicárdica a ese nivel, tributaria del seno coronario), aplicada en el momento en que está iniciándose la contracción en el VD y en el tabique interventricular (a través del electrodo del ventrículo derecho, Fig. 1). Al igual que con los marcapasos bicamerales, si existe disfunción sinusal o enfermedad del nodo AV, el dispositivo estimulará también atrios y ventrículos con sus funciones habituales. Además de los parámetros de estimulación y detección, deberá configurarse la estimulación biventricular en el caso que uno de los 2 electrodos tenga configuración unipolar: su segundo polo deberá utilizar alguno de los 2 del otro electrodo. Después de programar los intervalos AV, también se debe programar el intervalo entre VD y VI en los casos que se requiera que la estimulación no sea simultánea. Dado que los eventos mecánicos que siguen a la estimulación eléctrica toman un tiempo variable (acoplamiento excitación-contracción), es necesario visualizarlos mediante ecocardiografía, de manera que se pueda programar el momento adecuado de aplicación de los estímulos en el AD, VD y VI y lograr una secuencia correcta de eventos eléctricos y mecánicos atrioventricular e interventricular. Para tal efecto, el parámetro ultrasonográfico más utilizado es el espectro del flujo transmitral obtenido mediante doppler pulsado a nivel de la válvula mitral en diástole, en combinación con el electrocardiograma (Fig. 19).

Además de las fallas que pueden ocurrir en los marcapasos bicamerales, la disfunción más importante con este dispositivo es la inadecuada sincronización de los eventos atrioventriculares e interventriculares. Por ejemplo: si existe un retardo significativo de la conducción interatrial, la contracción del atrio izquierdo se iniciará tardíamente, cuando ya ha comenzado la contracción del VI; esto producirá una contracción atrial izquierda en presencia de la válvula mitral cerrada y por ende, onda “A” cañón en el pulso venoso así como palpitations y disnea; es decir, “síndrome de marcapasos”. La pérdida del aporte de la contracción atrial al gasto cardíaco en este tipo de pacientes inestables puede empeorar su condición clínica. Esta situación se resuelve con una adecuada programación del momento oportuno de la contracción ventricular izquierda para lo cual, es necesario visualizar el flujo transmitral, así como de los demás eventos eléctricos y mecánicos que suceden durante el ciclo cardíaco.

**ECG No. 141. Resincronizador cardiaco.**

Izquierda. ECG de 12 derivaciones, ritmo sinusal y bloqueo completo de la rama izquierda del haz de His de un paciente portador de miocardiopatía dilatada e insuficiencia cardiaca congestiva. Después del implante, a la derecha, se observan ondas P adecuadamente detectadas por el electrodo atrial; transcurrido el intervalo AV programado, se observan 2 espigas prácticamente simultáneas, que indican estimulación del VD y del VI respectivamente, lo cual genera complejos QRS relativamente angostos, en comparación con la morfología usual de la estimulación ventricular derecha. Es importante comprobar que la activación sea predominantemente de izquierda a derecha (QRS negativo en I, aVL, V5-6), lo que indica que con este tipo de estimulación se revierte el retardo de la activación del ventrículo izquierdo.





**ECG No. 142.** Tres derivaciones obtenidas con registro Holter. Paciente portador de miocardiopatía dilatada hipertensiva, BRIHH y resincronizador cardiaco; se hospitalizó por bronconeumonía. Arriba, taquicardia sinusal, 115 lpm adecuadamente detectada, con seguimiento biventricular, excepto en el primero, tercero y quinto latidos. Estos 2 últimos son además prematuros, precedidos de onda P; es decir, son CPSV. El que no tiene espiga (el quinto complejo QRS) es de diferente morfología, probablemente, el BRIHH propio del paciente; la anterior CPSV tiene espiga, pero morfología similar al quinto; por tanto, es un complejo de fusión. Centro. El quinto latido es una CPSV, cuya onda P negativa se distingue bien en el canal del centro y es seguida por estimulación solo del VD; después del siguiente latido, aparece una salva de TPSV de 3 latidos, seguidos también solo por estimulación en el VD y luego, estimulación biventricular. Abajo, taquicardia sinusal sin estimulación biventricular; la estimulación ventricular está inhibida por la presencia de taquicardia sinusal, que favorece la conducción atrioventricular intrínseca y el ritmo propio ventricular.



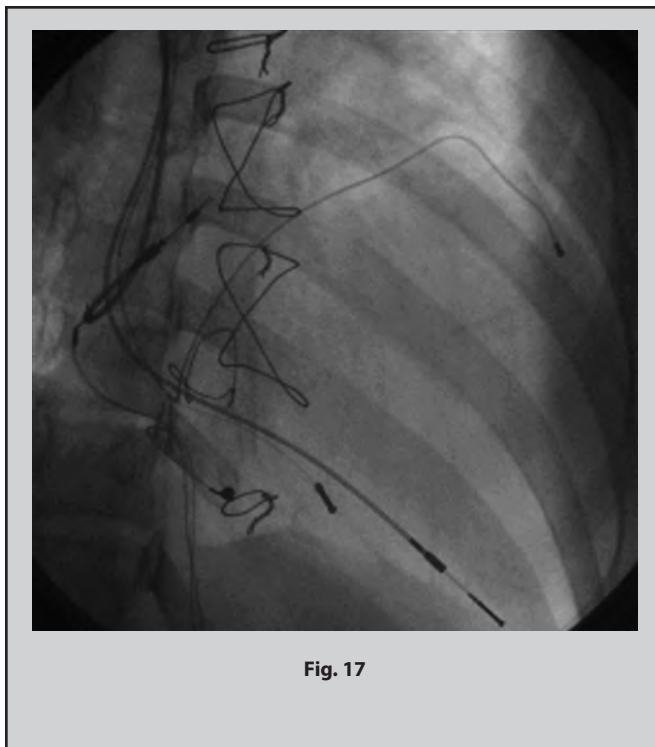
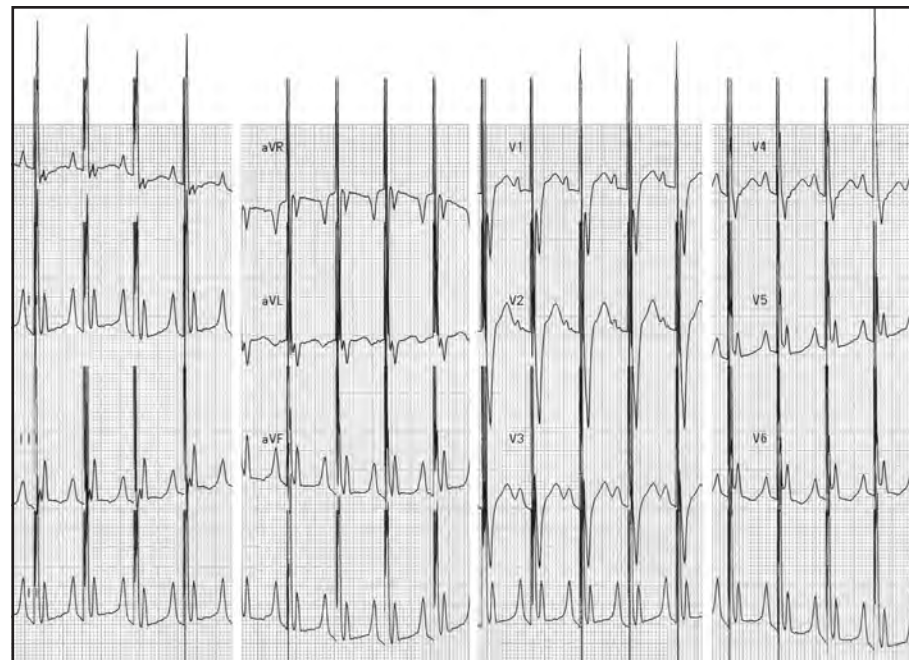


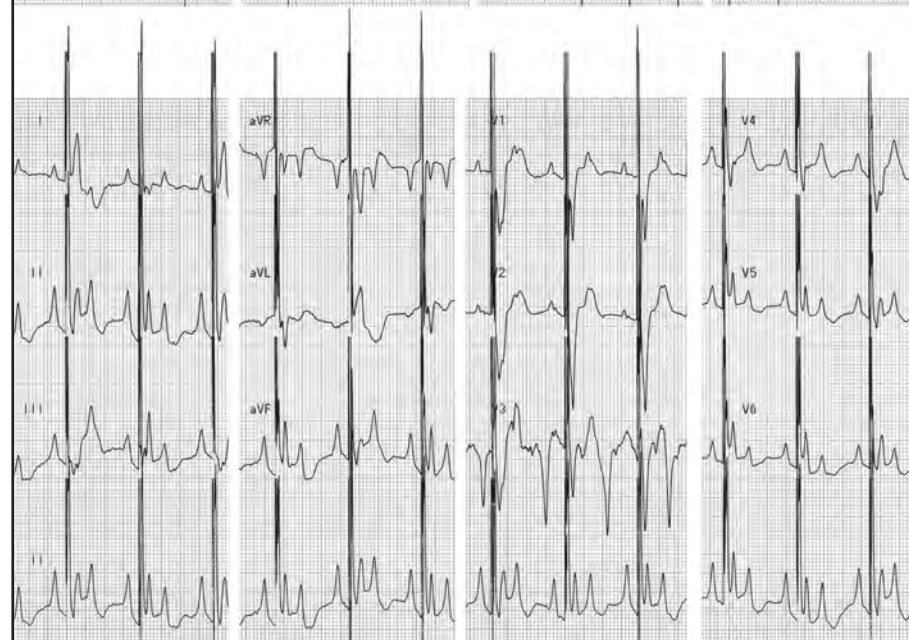
Fig. 17

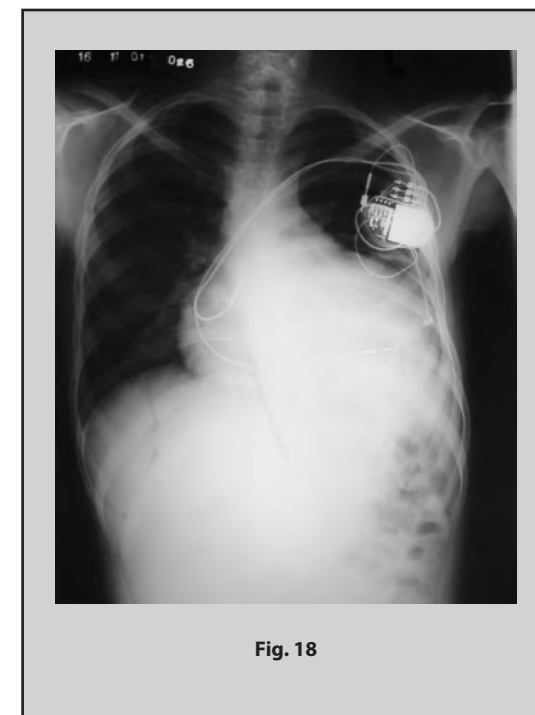
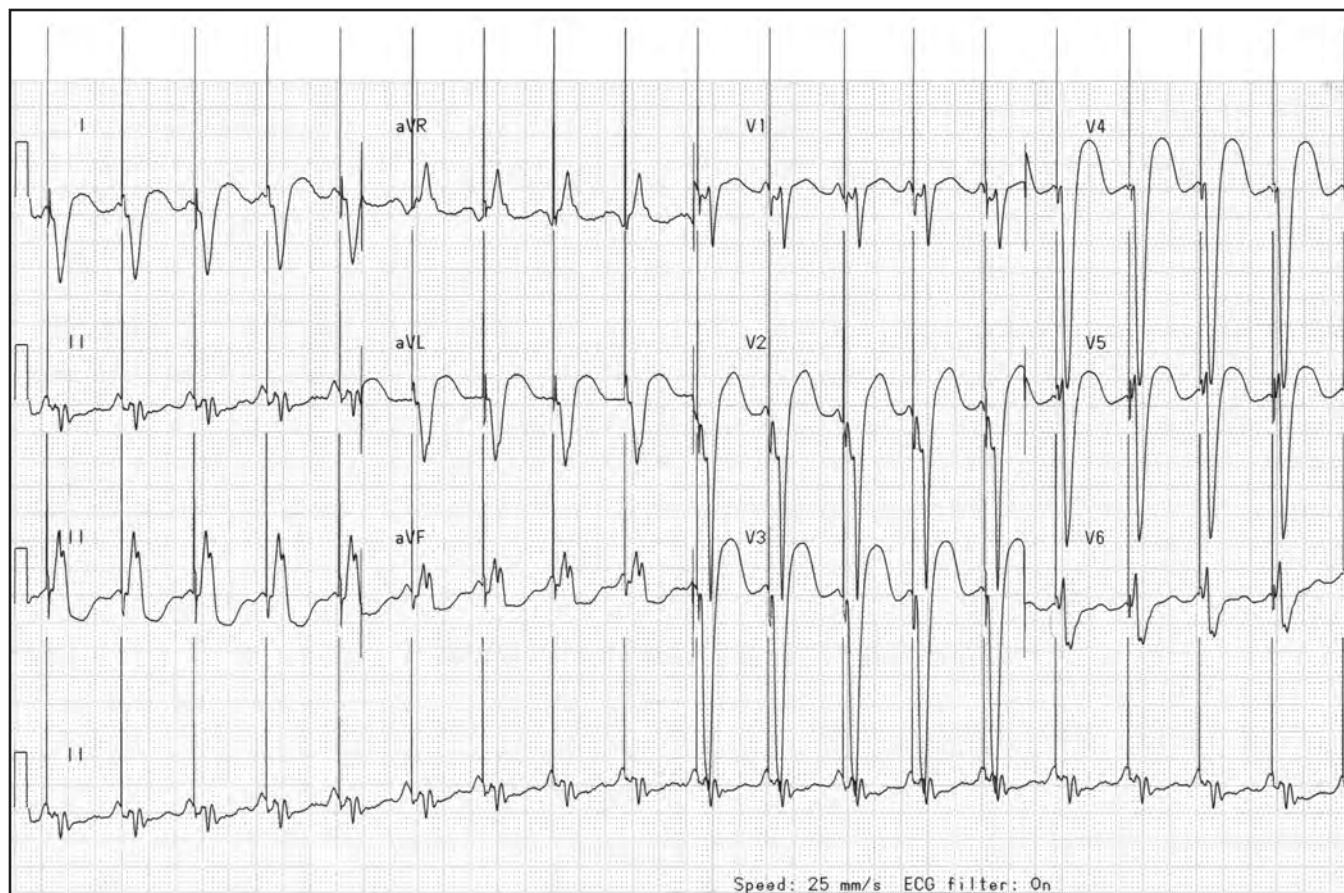
Paciente femenina de 20 años, portadora de miocardiopatía dilatada secundaria a una comunicación interventricular reparada quirúrgicamente poco después del nacimiento y bloqueo AV avanzado tratado inicialmente con marcapasos VVI epicárdico. Se implantó un marcapasos tricameral (Fig. 17, arriba). **ECG No. 143**, arriba, muestra taquicardia sinusal, 120 lpm con adecuada detección atrial y seguimiento biventricular; el cual, es sugerido por la doble espiga ventricular y los complejos QRS relativamente angostos. En V4 el penúltimo complejo QRS es una pseudofusión, lo cual sugiere que en ese momento, existe conducción AV. **ECG No. 144**, abajo, la misma paciente durante un episodio de insuficiencia cardiaca en clase funcional IV, la frecuencia sinusal es 160 lpm. La **frecuencia máxima de seguimiento** del marcapasos estaba programada en 130 lpm, por lo que se produjo un bloqueo AV electrónico 2 a 1. Al compensarse su insuficiencia cardiaca, disminuyó también la taquicardia sinusal.

ECG No. 143



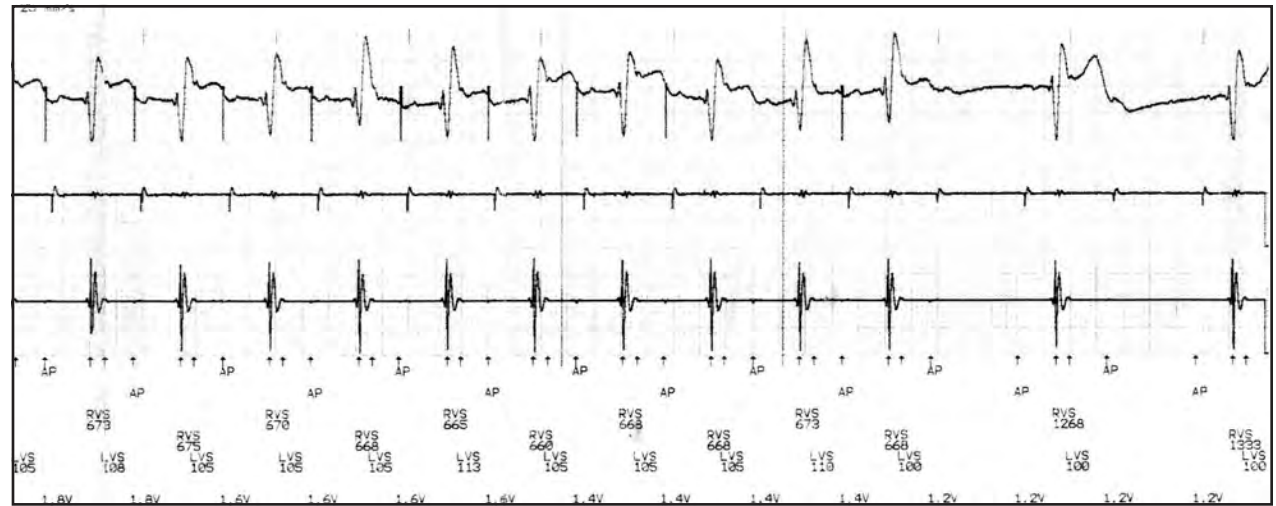
ECG No. 144



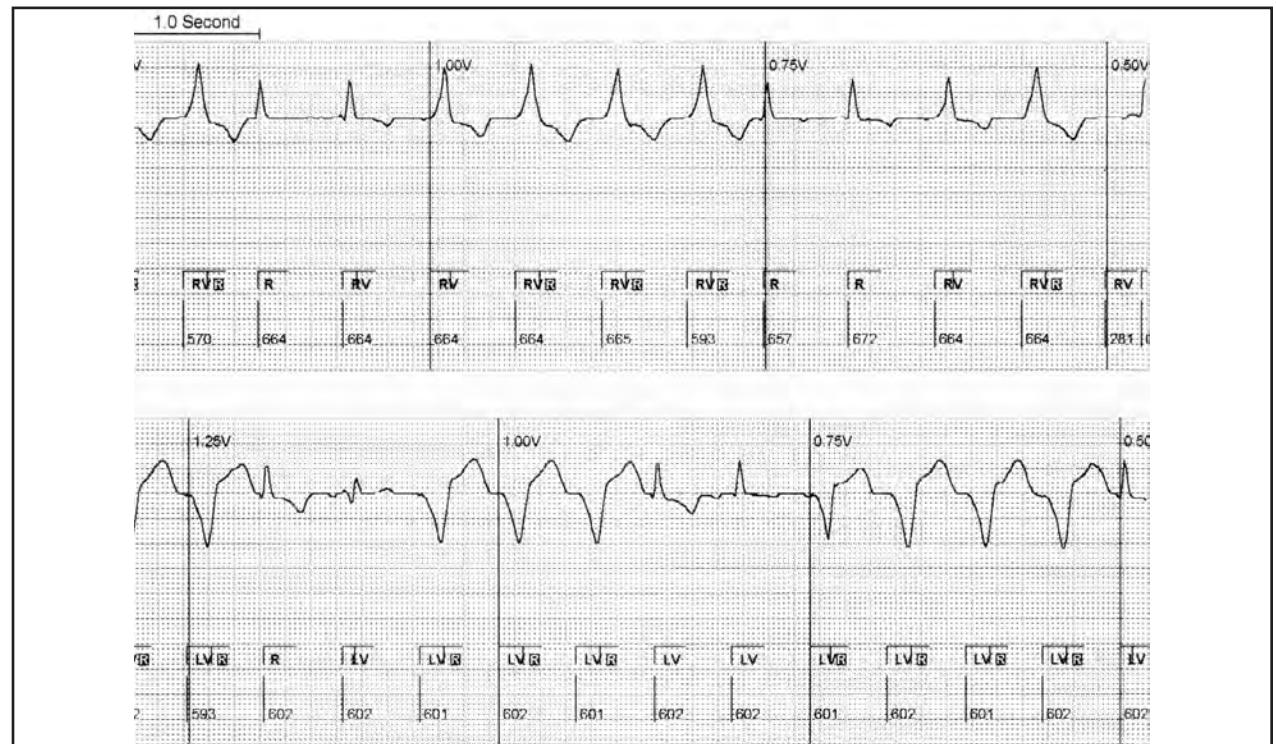


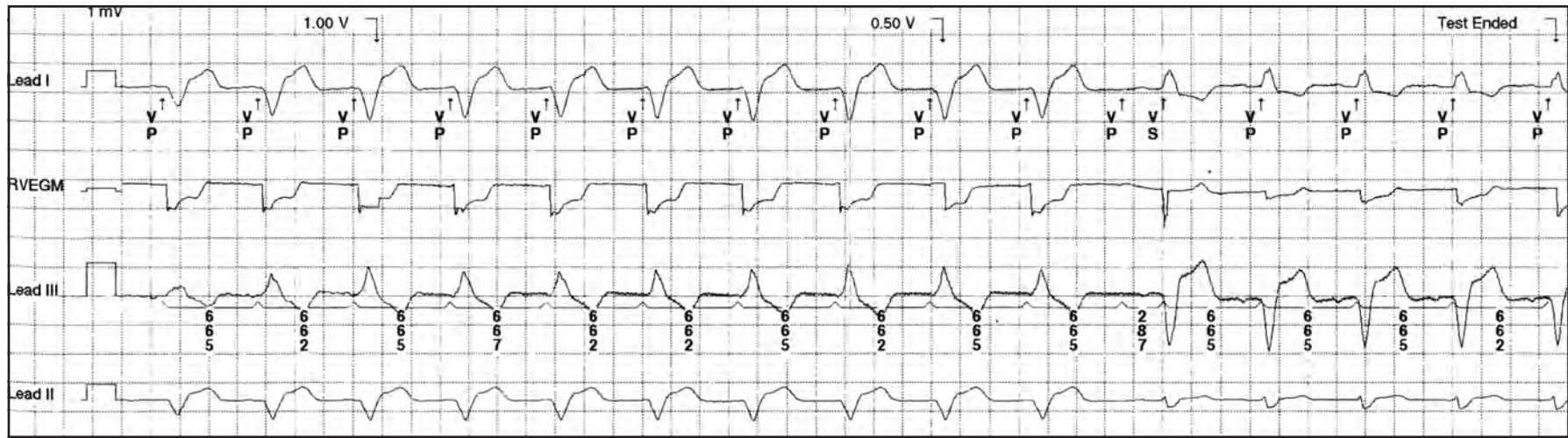
**ECG No. 145.** Doce derivaciones en un paciente de 14 años, portador de miocardiopatía dilatada primaria e insuficiencia cardiaca en clase funcional IV. Dado que no se disponía de un donante para trasplante cardiaco, se implantó un sincronizador, a pesar de que tenía complejos QRS angostos. No fue posible lograr estabilidad del electrodo del seno coronario, por lo que se implantó quirúrgicamente un electrodo epicárdico de fijación activa (Fig. 18, arriba). Nótese la dirección del frente de despolarización (de izquierda a derecha) evidenciado por la polaridad negativa del complejo QRS en I y positiva en aVR, lo cual indica que la activación ventricular se inicia en la pared libre del ventrículo izquierdo. El paciente mejoró notablemente su capacidad funcional en las primeras semanas pero en el siguiente año se mantuvo en CF III. Al tercer año falleció súbitamente.

**ECG No. 146.** Derivación II, electrogramas atrial y ventricular, marcas e intervalos AA, VV y VD-VI. **Prueba de umbral atrial** en modo AAI: se observa adecuada captura atrial, a pesar que el paciente presenta bloqueo AV 2 a 1 en la última parte del trazado; el retardo interventricular (tiempo transcurrido desde la detección de la señal del VD hasta la detección de la del VI) es 100-110 ms, lo cual indica que este paciente tiene disincronía manifiesta.

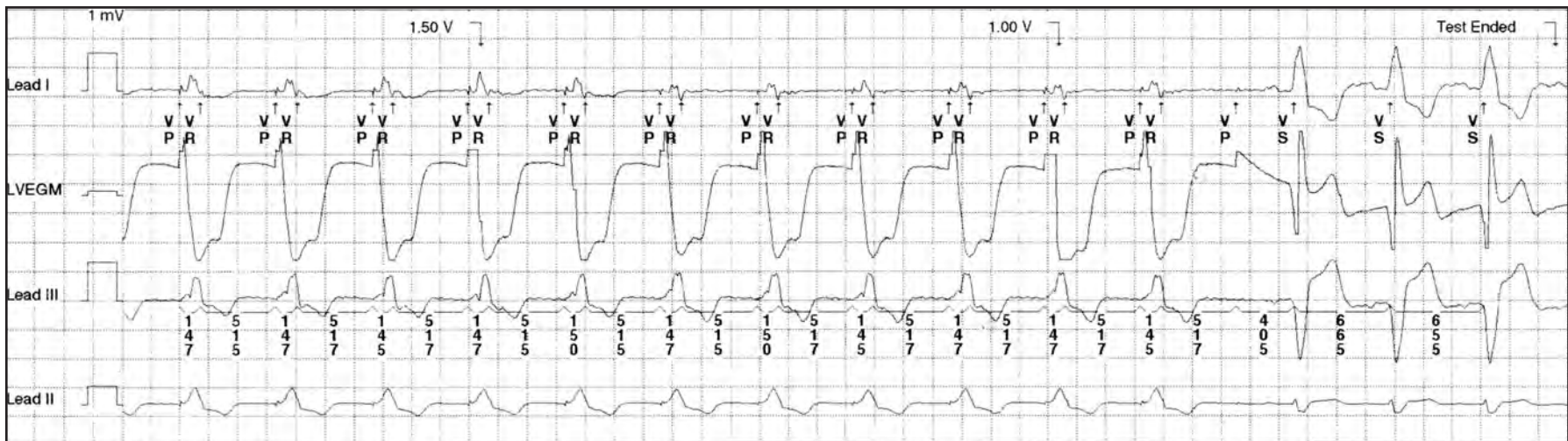


**ECG No. 147.** Derivación I, marcadores e intervalos VV. Arriba, se realiza **prueba de umbral del VD** en modo VVI, disminuyendo progresivamente el voltaje de salida (línea superior), para comprobar la captura ventricular (RV); varios latidos son propios (R) o son fusiones. La detección de la despolarización del VI se inscribe unos 200 ms después, durante el período refractario ventricular (R en recuadro negro), lo que indica disincronía marcada con este tipo de estimulación unicameral. Abajo, se realiza la **prueba de umbral en el VI** con el mismo método. Se comprueba la captura ventricular (LV), seguida de la detección de la despolarización ventricular derecha 200 ms después, señalada como R en recuadro negro. Nótese el eje negativo del QRS en esta derivación, el cual denota que la despolarización se inicia en el lado izquierdo. Durante el funcionamiento normal del sincronizador, el complejo QRS luce menos ancho, reflejo de la activación biventricular sincronizada.



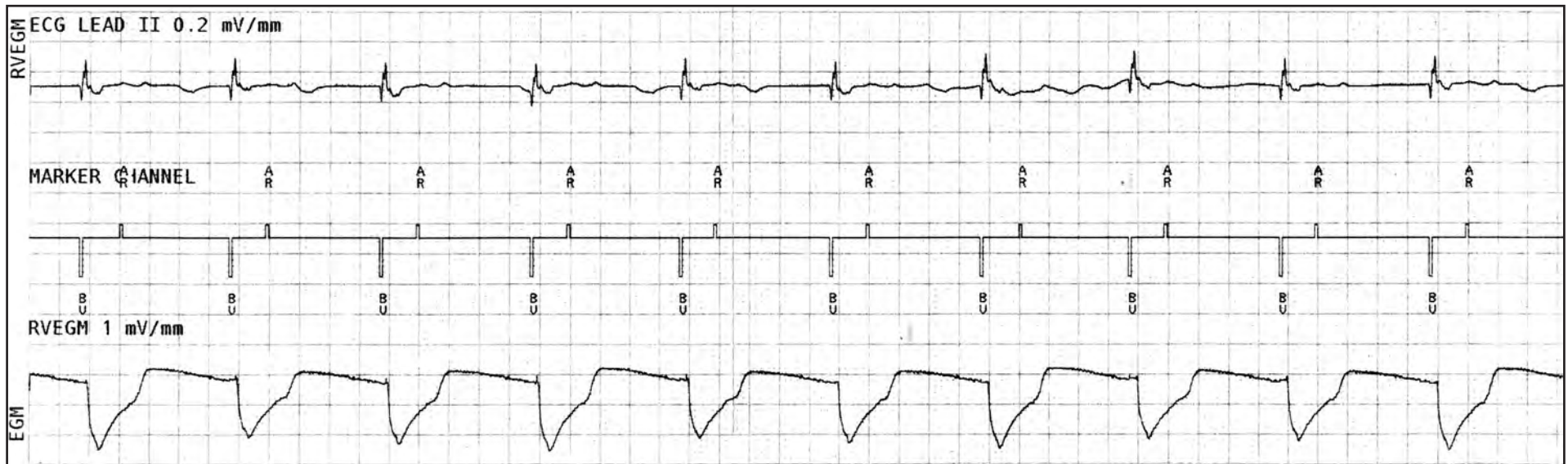
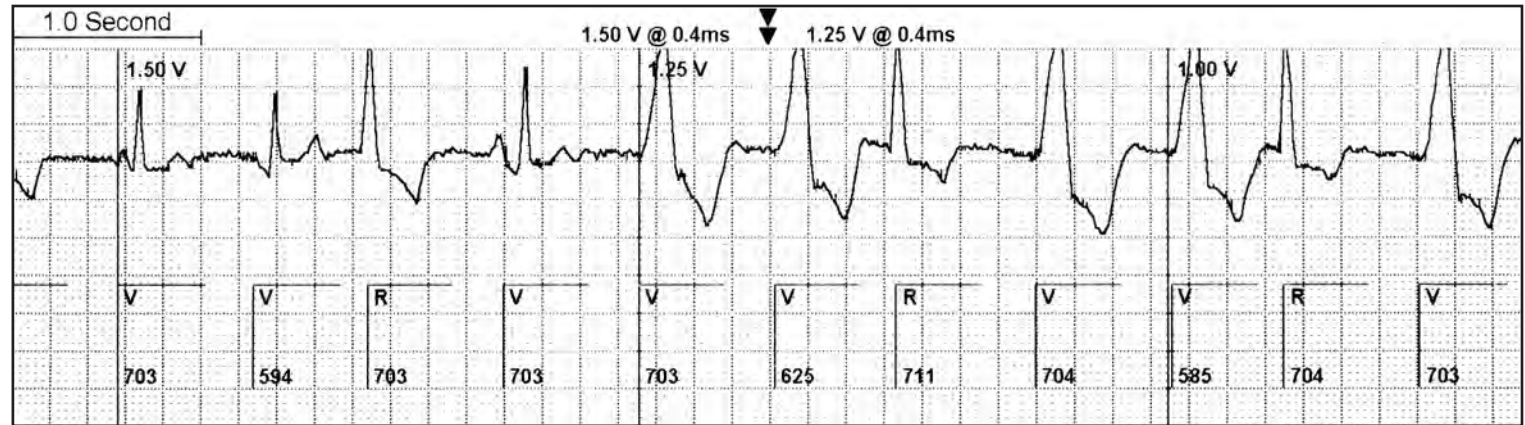


**ECG No. 148.** Derivaciones señaladas, intervalos VV. Durante la prueba de umbral del VD en modo VVI, se observa adecuada captura con 1 V; con 0,5 V, se pierde captura en el segundo "VP": no tiene QRS. Se detecta un latido propio sinusal (VS) de complejo QRS ancho, evidenciado por el cambio de morfología del electrograma ventricular derecho (RVEGM); pero en los siguientes 4 latidos, se vuelve a evidenciar adecuada captura ventricular (VP), esta vez con algún grado de fusión con el ritmo propio, también evidenciado en el electrograma ventricular.

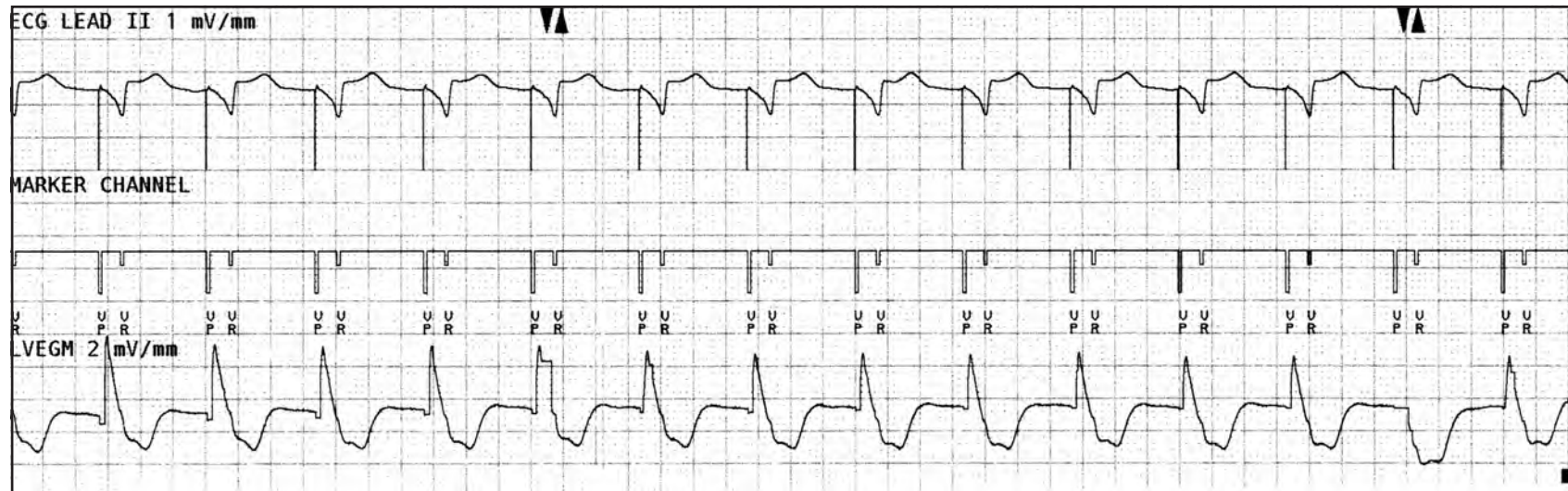


**ECG No. 149.** Derivaciones señaladas, intervalos VV. El paciente anterior, esta vez durante la prueba de umbral del VI en modo VVI. Obsérvese la diferente morfología y polaridad del complejo QRS en las derivaciones I y II, en comparación con el ECG No. 148. Obviamente, la morfología del electrograma del VI (LVEGM) es también notablemente diferente. Por debajo de 1 V, se pierde captura y aparece ritmo propio sinusal con QRS ancho, adecuadamente detectado (el voltaje de registro es mayor que en el ECG anterior).

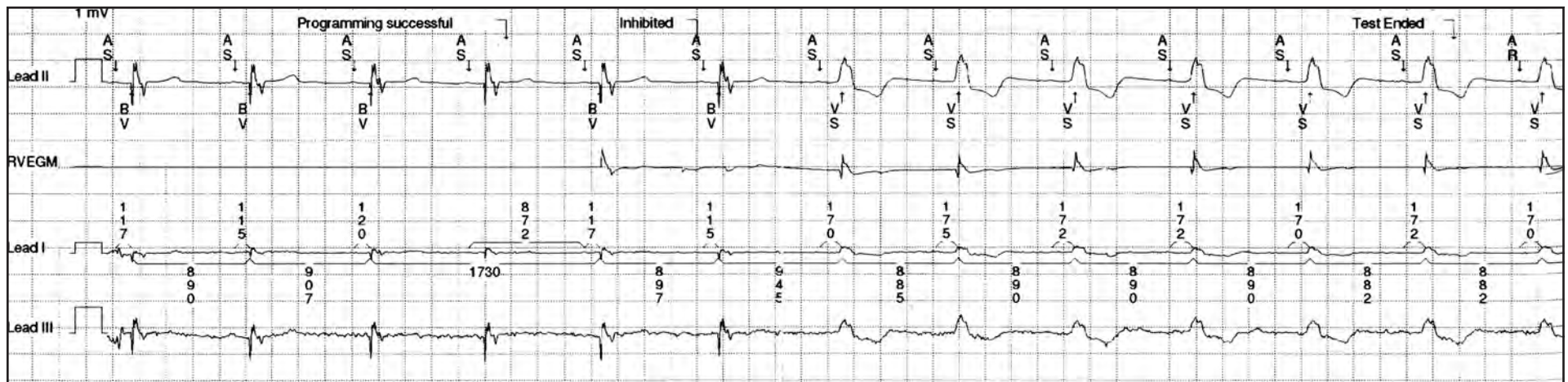
**ECG No. 150.** Derivación I y canal de marcas. En este dispositivo, ambos electrodos ventriculares tienen un mismo puerto, de manera que la estimulación biventricular es simultánea. Durante la prueba de umbral en modo VVI, se observa adecuada captura a lo largo del trazado. Sin embargo, los 4 primeros latidos (el tercero es una CPV, señalada con "R") tienen adecuada captura y complejo QRS relativamente angosto; a partir del quinto, se mantiene la captura pero con QRS ancho, lo cual indica que a partir de este latido, solo se logra captura en el VD. Es decir, el valor umbral en el VI es 1,25 V/0,4 ms.



**ECG No. 151.** Derivaciones señaladas. Durante estimulación temporal en modo VVI del VD ("RVEGM") en un marcapasos tricameral, se puede visualizar marcadores tanto atriales como ventriculares. Tanto en la derivación II de superficie como en la derivación del VD endocavitaria no se observa onda P; sin embargo, existe captura ventricular (BV) con conducción ventriculoatrial 1 a 1. AR señala que el electrodo atrial detecta la contracción atrial que procede de los ventriculos, durante el período refractario postventricular.

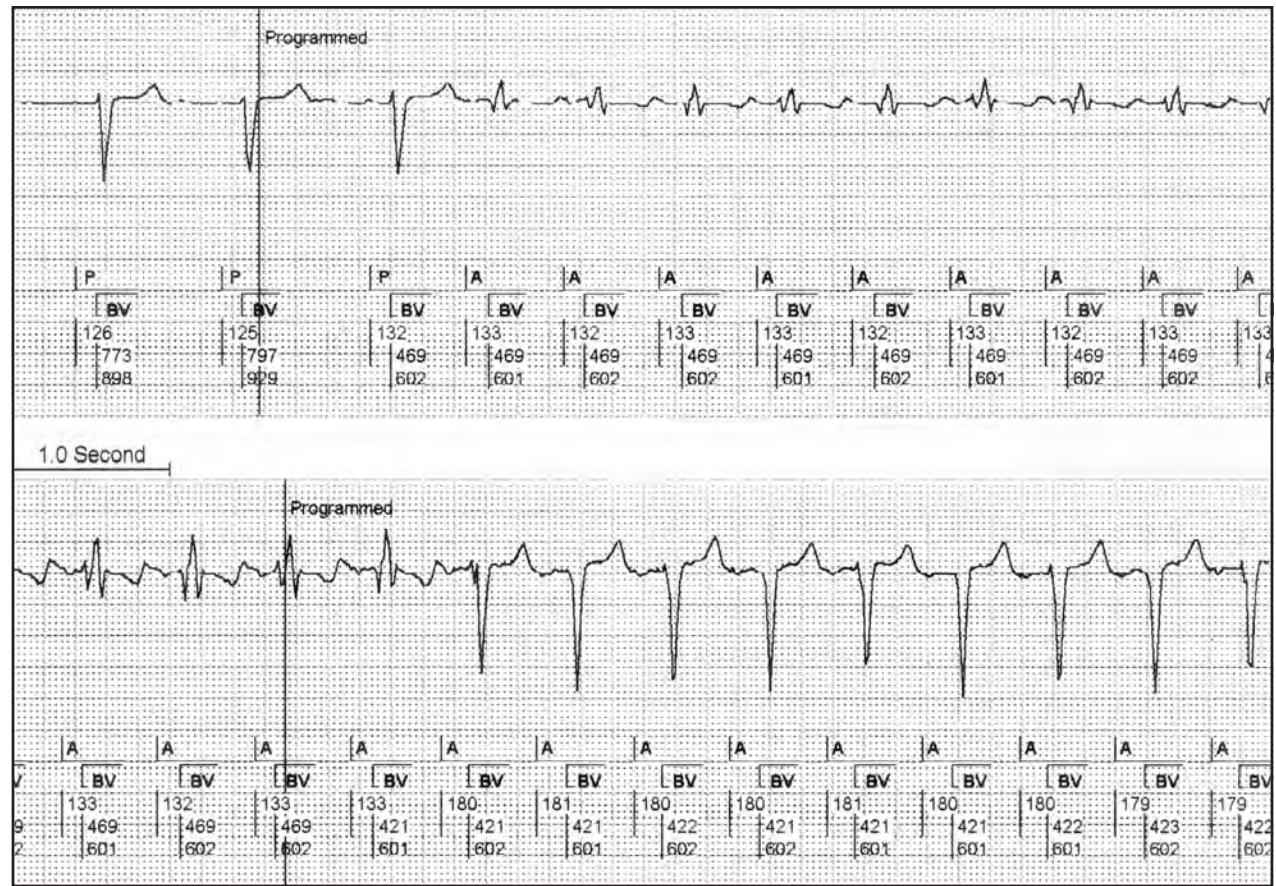


**ECG No. 152.** Derivaciones señaladas. Durante estimulación en modo VVI del VI (LVEGM) se observa adecuada captura. La despolarización del VD es detectada durante el período refractario ventricular (VR).

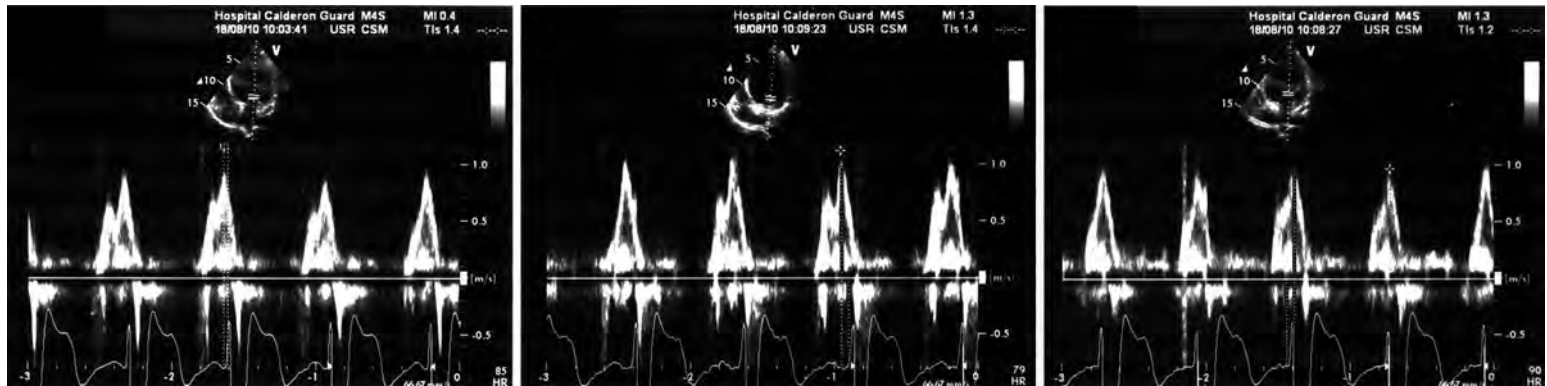


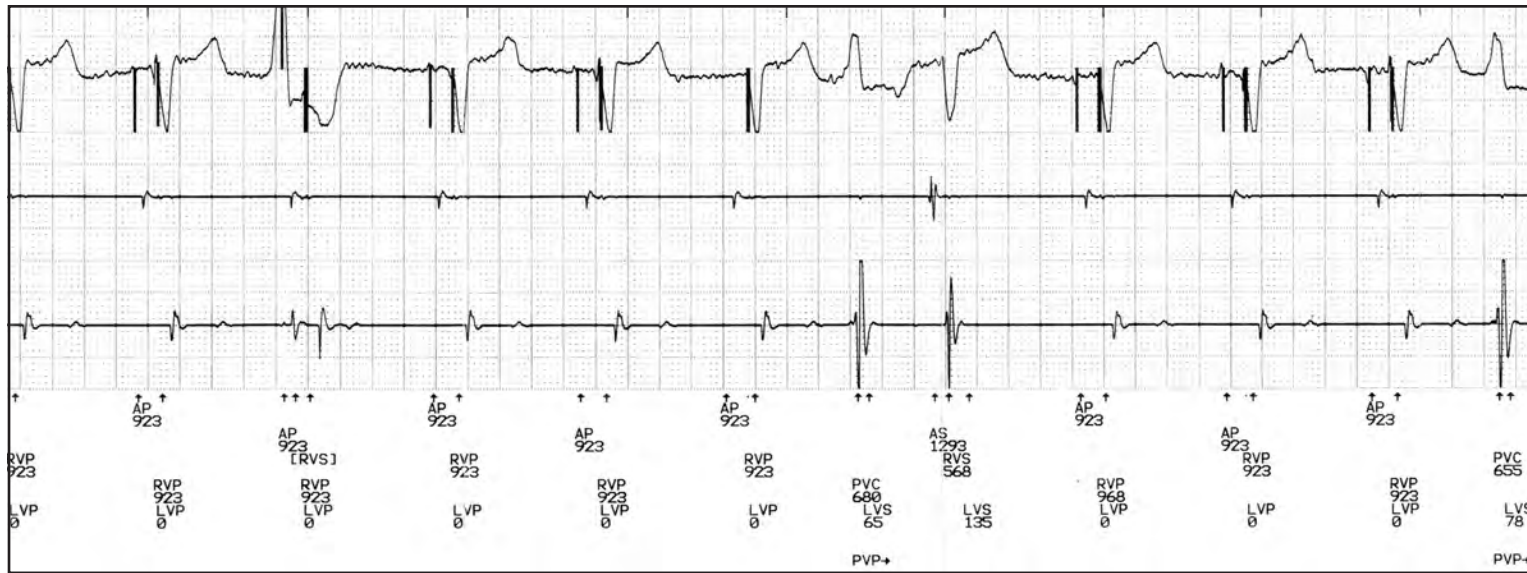
**ECG No. 153.** Derivación II, electrograma del VD, derivaciones I y III, intervalos AV y VV. Después del sexto latido (detección atrial –AS– y estimulación biventricular –BV) se inhibe la estimulación, y aparece ritmo sinusal, BRIHH con un intervalo AV espontáneo en 175 ms. Para asegurar una estimulación biventricular permanente, puede acortarse el intervalo AV o utilizarse la función “**histéresis negativa del intervalo AV**”; con la cual, el marcapasos programa automáticamente un intervalo AV menor que el espontáneo.

**ECG No. 154.** Resincronizador biventricular. Derivación II, marcadores, intervalos AV, VA y VV. Arriba, inicialmente en modo VAT, se programa una frecuencia atrial mayor a la sinusal; ahora el dispositivo funciona en modo DDD y varía la morfología del complejo QRS, lo cual indica que previamente se trataba de fusiones, a pesar de que en ambos casos se muestra el indicador BV; es decir, estimulación biventricular. Abajo, se programa un intervalo AV desde 130 a 180 ms, con lo cual, reaparece la activación propia del paciente, a pesar de que los marcadores indican estimulación biventricular (BV). En estos pacientes, se debe tratar de mantener la estimulación biventricular la mayor parte del tiempo posible (a diferencia de los desfibriladores uni o bicamerales) para obtener el beneficio hemodinámico de la sincronización.

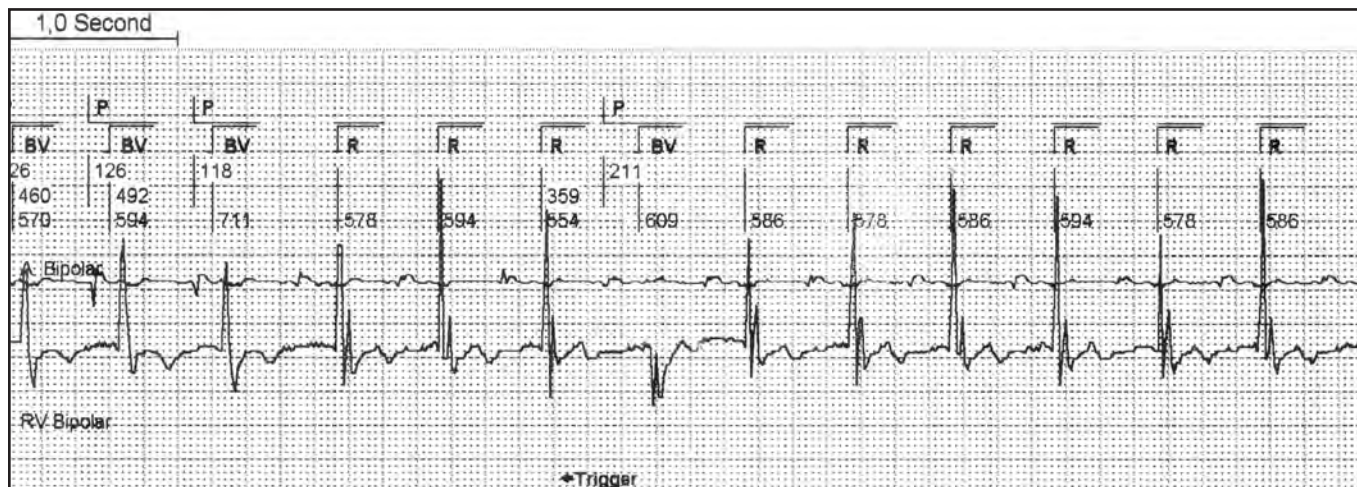


**Fig. 19.** Paciente portadora de miocardiopatía dilatada y de un resincronizador cardiaco. Espectro *doppler* del flujo transmitral registrado con 3 intervalos AV diferentes, programados en 100, 140 y 220 ms; abajo, una derivación electrocardiográfica. Las líneas punteadas indican la relación temporal entre la contracción atrial izquierda (onda A mitral) y el cierre de la válvula mitral o inicio de la sístole del ventrículo izquierdo (inicio del QRS en el electrocardiograma, abajo). La contracción atrial coincide, antecede y se superpone a la contracción ventricular respectivamente, según el intervalo AV programado. Si la contracción atrial se superpone al cierre de la válvula mitral, ocurre pérdida de la contribución atrial al volumen sistólico, lo cual deteriora aún más la falla contráctil y genera el "síndrome de marcapasos"; en este, dicha simultaneidad produce palpitaciones y ondas A "cañón" del pulso venoso. Estos ajustes son determinantes para un buen desempeño hemodinámico del dispositivo: se debe buscar una adecuada sincronización entre los eventos eléctricos y mecánicos atriales y ventriculares. En este caso, el intervalo AV de 140 ms muestra la mejor relación temporal entre atrio y ventrículo izquierdos.



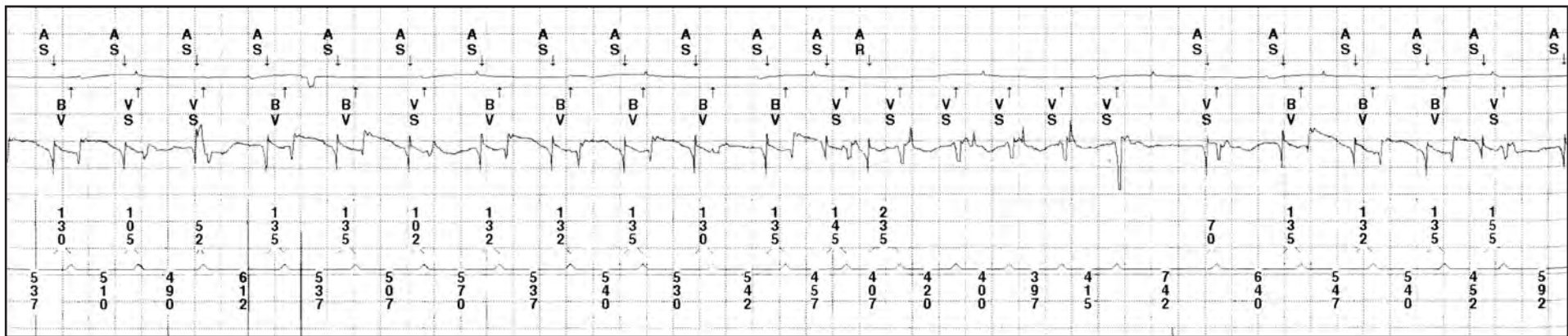


**ECG No. 155.** Derivación II, electrograma atrial, electrograma ventricular, marcas e intervalos A-A, VD-VD y VD-VI. Ritmo de marcapasos tricameral, se observa la espiga atrial (indicada abajo con AP) y luego espiga ventricular (indicada con RVP y LVP; es decir, estimulación simultánea del VD y del VI). El tercer latido es una CPV que por supuesto, no es detectada por el electrodo atrial y por ende, se envía la espiga atrial, la cual se inscribe durante el QRS (en los marcadores, la primera de las 3 flechas pequeñas). La CPV tampoco es detectada por el electrodo del VI, pero sí por el electrodo ventricular: [RVS], segunda flecha pequeña; esta detección ocurre durante "el período refractario ventricular relativo" (pág. 66) por lo que pocos milisegundos después se inscribe un "estímulo ventricular de seguridad" o "safety pacing" (RVP y LVP, tercera flecha). Este no captura, por aparecer durante el período refractario ventricular. Las dos CPV del centro (séptimo y octavo latidos) y la última, son adecuadamente detectadas por ambos electrodos ventriculares.



**ECG No. 156.** Canal de marcas, intervalos AV, VA y VV, electrograma atrial y electrograma ventricular. Evento almacenado como "detección de CPV". Los 3 primeros latidos son sinusales (P), seguidos de estimulación biventricular (BV, modo VAT). La cuarta y siguientes contracciones atriales tienen ondas P de diferente morfología de las anteriores, lo cual indica un origen distinto del sinusal y posiblemente por ese motivo no son detectadas y no son seguidas por estimulación ventricular, pero sí de complejos QRS propios (R), fraccionados. La falta de detección de la actividad atrial ocasiona que el marcapasos interprete estos complejos ventriculares como CPV ("trigger"); en el momento del diagnóstico, es detectada una contracción atrial (P), seguida de estimulación biventricular (BV) y después, continua el ritmo atrial antes descrito no detectado; este último latido estimulado es un complejo de fusión. Ante este tipo de detección, el dispositivo, en caso de aparecer actividad atrial retrógrada, suspende temporalmente el seguimiento atrial, con el fin de evitar la taquicardia mediada por marcapasos.





**ECG No. 157.** Evento almacenado como "frecuencia ventricular elevada" o "high ventricular rate". Marcadores, electrograma atrial e intervalos AV y VV. En la primera mitad del trazado, se observa ritmo sinusal seguido de estimulación biventricular (BV), aunque algunos complejos son espontáneos (VS), los cuales denotan que la conducción AV está preservada. Súbitamente, aparece una "salva" de 6 complejos ventriculares (VS) cuyo ciclo es 420 ms, autolimitada. El primer complejo ventricular genera una contracción atrial retrógrada (AR) y después, continúa la actividad atrial disociada de la ventricular, tal como se observa en el electrograma atrial; estas contracciones no son señaladas por el dispositivo, dado que aparecen durante el "período de ceguera atrial postventricular".



## Cardiodesfibriladores Implantables



## El cardiodesfibrilador implantable

Parámetros de estimulación antibradicardia y de sincronización  
Intervalos AV detectado y estimulado  
Funciones especiales  
Parámetros de detección  
  Antibradicardia  
  Antitaquicardia: “zonas”  
Parámetros de terapia  
  Estimulación antitaquicardia  
  Cardioversión  
  Desfibrilación  
Parámetros de almacenamiento  
  Electrogramas almacenados

A diferencia de los marcapasos, el cardiodesfibrilador implantable es un dispositivo antitaquicardia, el cual también tiene incluida la capacidad de terapia antibradicardia uni o bicameral y puede también tener la de sincronización. Estos dispositivos interrumpen (no previenen) los episodios de taquicardia ventricular sostenida (TV) y la fibrilación ventricular (FV) que con frecuencia producen muerte súbita. El cardiodesfibrilador implantable está indicado como medida de prevención “secundaria” en los pacientes que han sufrido un episodio de TV o FV y que han sobrevivido.

También está indicado como medida de prevención primaria; es decir, en pacientes en quienes se presume están en alto riesgo de presentar un evento arrítmico, pero que no se ha documentado ninguno aún, en ausencia de situaciones reversibles, como por ejemplo, isquemia miocárdica. Las guías internacionales lo

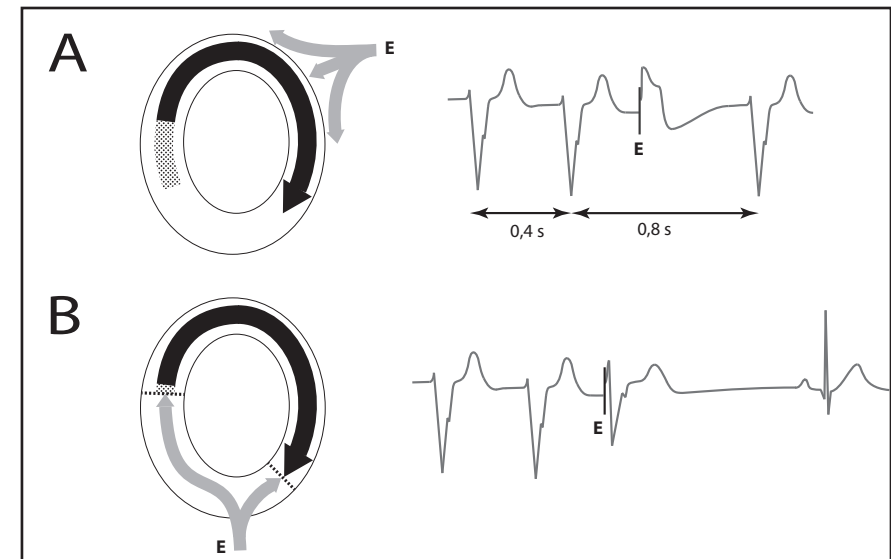
indican para pacientes con infarto del miocardio previo y fracción de eyección residual menor de 0,3 y en otras cardiopatías como la miocardiopatía dilatada no isquémica y las canalopatías (síndrome de QT largo y síndrome de Brugada). Hay que recordar, sin embargo, que la mayoría de muertes súbitas ocurren en personas que no tienen marcadores conocidos de alto riesgo arrítmico. El reto futuro es desarrollar métodos de predicción, para elegir razonablemente a los pacientes que se pueden beneficiar de estos dispositivos como terapia preventiva primaria de la muerte súbita.

Además de las funciones de estimulación y detección antibradicardia y de sincronización, se debe programar los parámetros de “detección de taquiarritmias”. Existen “zonas” o “ventanas” para TV y para FV, determinadas por el ciclo o frecuencia de la taquiarritmia a tratar: la zona de TV se inicia con una frecuencia rápida ventricular, por lo general, menor de 200 lpm y puede de hecho dividirse en 2 zonas, cuando se sabe que el paciente tiene más de una taquicardia ventricular y elegir una determinada terapia para cada zona. Las terapias pueden ser: estimulación antitaquicardia (ver página siguiente) o cardioversión, que es una descarga o “choque” sincronizado con corriente directa. Básicamente, el dispositivo diagnostica la presencia de TV mediante algoritmos electrónicos; confirmado el diagnóstico, inicia la estimulación antitaquicardia o bien, la carga de sus capacitores –dispositivos de almacenamiento y descarga rápida de corriente, al contrario de la batería, la cual realiza una descarga gradual en el tiempo—. Al terminar la carga, cuya duración es de pocos segundos, se libera rápidamente la energía. Inmediatamente después de una u otra terapia, el dispositivo vuelve a aplicar sus algoritmos, con el fin de determinar si se logró interrumpir la taquiarritmia. Si no lo hizo, el dispositivo prepara la siguiente terapia programada, hasta que confirme su interrupción. Para la zona de FV, usualmente por encima de los 200 lpm, se programa terapia de desfibrilación (choque no sincronizado), en diferentes niveles de energía entregada.

Un aspecto importante es el almacenamiento de los electrogramas registrados durante los eventos arrítmicos que el dispositivo califica como tales. Del análisis de ellos dependerá si los diagnósticos son correctos y si las terapias son efectivas; permiten detectar fallas en la integridad del sistema, errores de programación de las terapias, y por tanto, reprogramar el dispositivo para evitar tales situaciones.

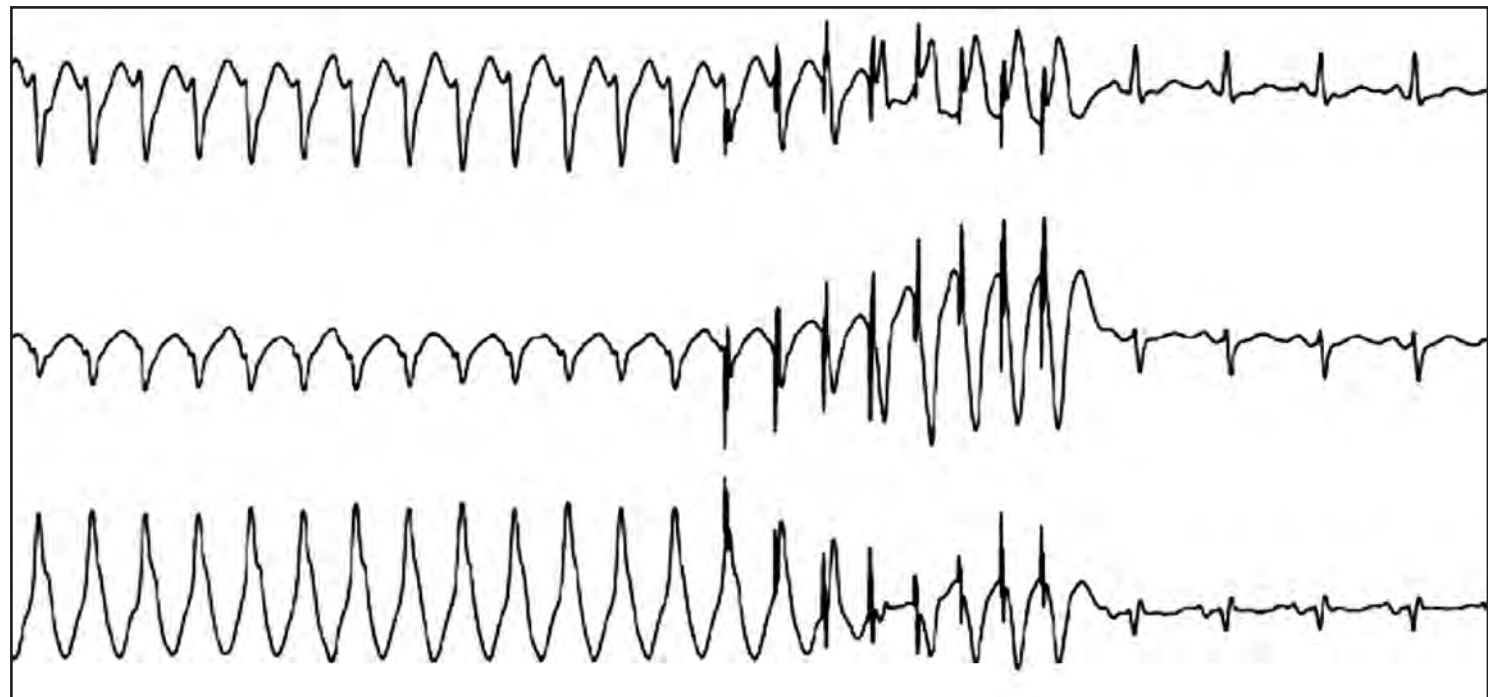
La principal falla en el funcionamiento de los desfibriladores, además de las inherentes al implante, es la aplicación de terapias inapropiadas; es decir, errores diagnósticos que determinan la entrega de terapias en forma inadecuada, en especial, choques. Por ejemplo, una fibrilación atrial aguda con alta frecuencia ventricular que semeja una TV. Los choques son dolorosos y estresantes para el paciente; cuando se reprograma un desfibrilador por causa de choques inapropiados, deberá sopesarse el beneficio contra el riesgo de retrasar un terapia cuando sea realmente necesaria. Para esto se deberá tomar en cuenta factores propios del dispositivo y en especial, el riesgo individual estimado de cada paciente.

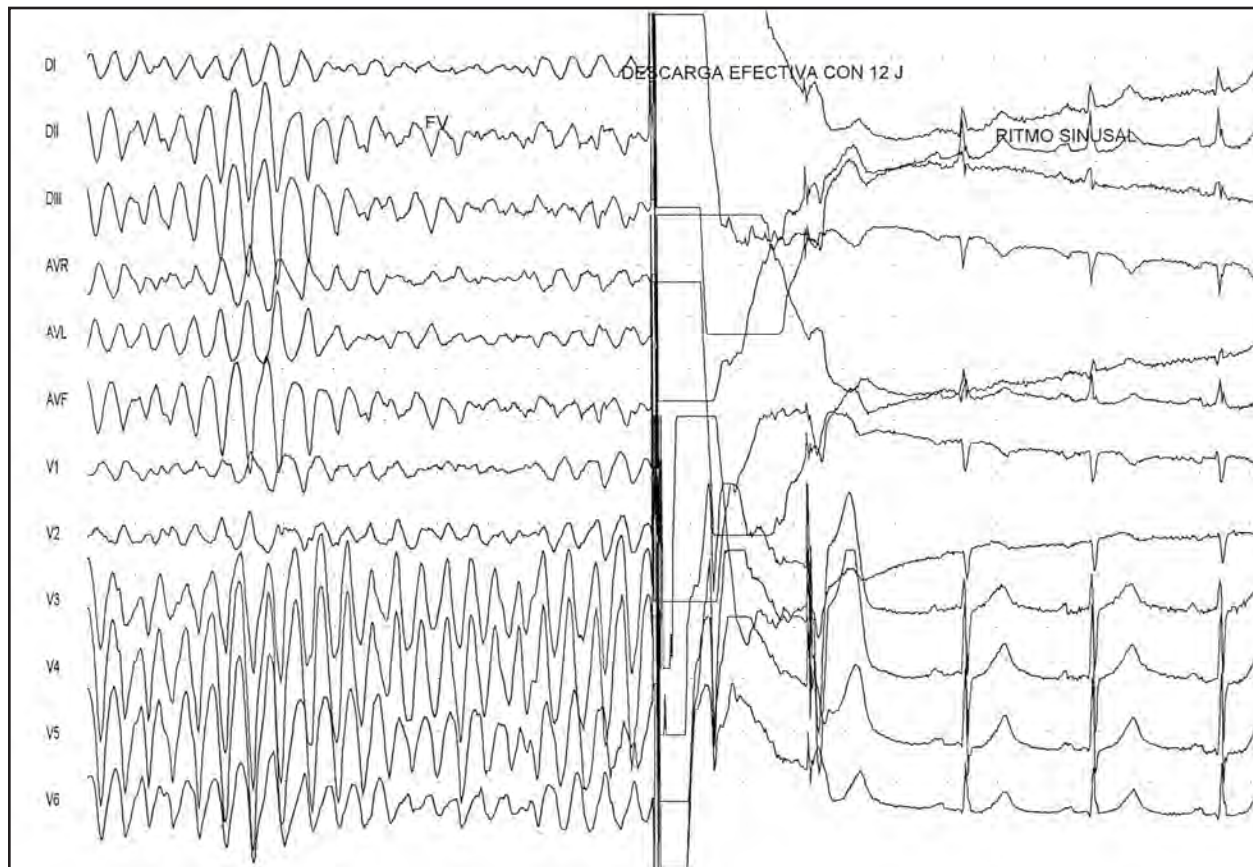
**Fig 20. Reentrada.** Se muestra esquemáticamente el circuito de una taquicardia ventricular cuyo mecanismo es reentrada o "circus movement", cuyo ciclo es 0,4 s (es decir, 150 lpm). En los esquemas de la izquierda, la flecha indica el frente despolarizante y por tanto, el tejido miocárdico que en ese momento está en período refractario; la cola, el que está en período refractario relativo; y, el área dentro del circuito de color blanco, así como el resto de la cavidad ventricular, el tejido miocárdico excitable, susceptible de ser despolarizado. En A, se observa un estímulo "E" aplicado lejanamente al circuito de la taquicardia (flecha gris E), impulso que encontrará al circuito en período refractario y por tanto, no lo penetrará y no modificará el ciclo de la taquicardia; pero sí la morfología del QRS – ECG de la derecha –, porque ahora el miocardio ventricular está siendo despolarizado desde 2 puntos: el sitio de salida del circuito de reentrada (la cabeza de la flecha) y el extraestímulo (E) aplicado; el complejo resultante es un "complejo de fusión" y en este caso, no interrumpe ni modifica el ciclo de la taquicardia: el intervalo RR=0,8 s es exactamente el doble del ciclo de base. En B, el impulso "E" aplicado en otro sitio, logra invadir el circuito en forma antidrómica, es decir, en sentido contrario al del impulso que recorre el circuito de la taquicardia; al encontrarse con este, ambos colisionan (líneas punteadas) y se interrumpe súbitamente el movimiento circular, mostrado esquemáticamente en el ECG de la derecha. Este es el principio por el cual puede terminarse ritmos reentrantes con esta técnica, sea en el laboratorio de electrofisiología o mediante dispositivos como el desfibrilador implantable.



**ECG No. 158. Estimulación antitaquicardia.**

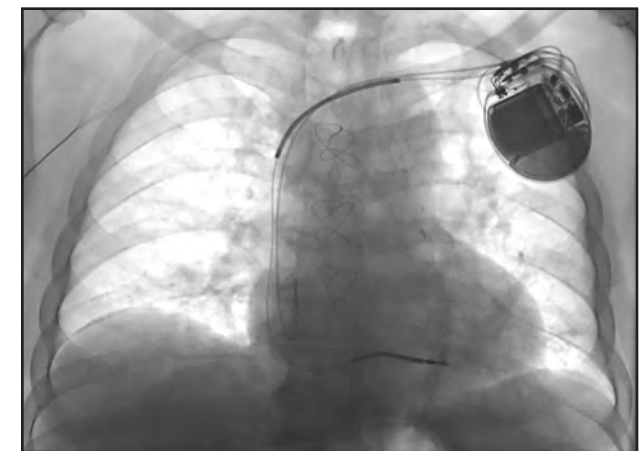
Paciente portador de un cardiodesfibrilador implantable, quien fue sometido a un estudio electrofisiológico. Se indujo una TV sostenida, monomorfa, ciclo de 350 ms (170 lpm), la cual es detectada por el dispositivo. Este calcula el ciclo RR promedio de la taquicardia y envía entonces una "ráfaga" o "salva" de ocho estímulos ventriculares con un ciclo 10-20% menor que el calculado. Los primeros estímulos se fusionan con los latidos propios de la taquicardia, pero los últimos 4 tienen otra morfología, lo cual indica que se ha interrumpido la taquicardia y que se ha despolarizado el miocardio desde el sitio de estimulación, exclusivamente. En efecto, al terminar la secuencia, aparece ritmo sinusal. Esta técnica es indolora y efectiva; puede utilizarse un ciclo de estimulación idéntico ("salva") o decreciente ("rampa"), pero no todas las taquicardias ventriculares son susceptibles de terminarse con ella; las TV muy rápidas o mal toleradas, requieren cardioversión eléctrica sincronizada para su terminación.





**ECG No. 159. Desfibrilación.** Paciente a quien durante el implante de un cardioresfibrilador implantable se le indujo fibrilación ventricular. El dispositivo detecta este ritmo rápido y caótico, hace un diagnóstico según criterios previamente establecidos, inicia la terapia programada para este caso –es decir, desfibrilación–, con la carga de sus capacitores (que se encargan de almacenar y liberar rápidamente la energía); administra la carga (12 J) y vuelve a ejecutar los criterios de detección, con el fin de corroborar si la terapia administrada fue eficaz. En caso contrario, nuevamente realiza el diagnóstico y se reinicia la anterior secuencia. Así sucesivamente, hasta que se detecte que la taquiarritmia ha finalizado. La mayoría de las veces, con el primer “choque” se revierte la fibrilación ventricular, como se observa en este caso.

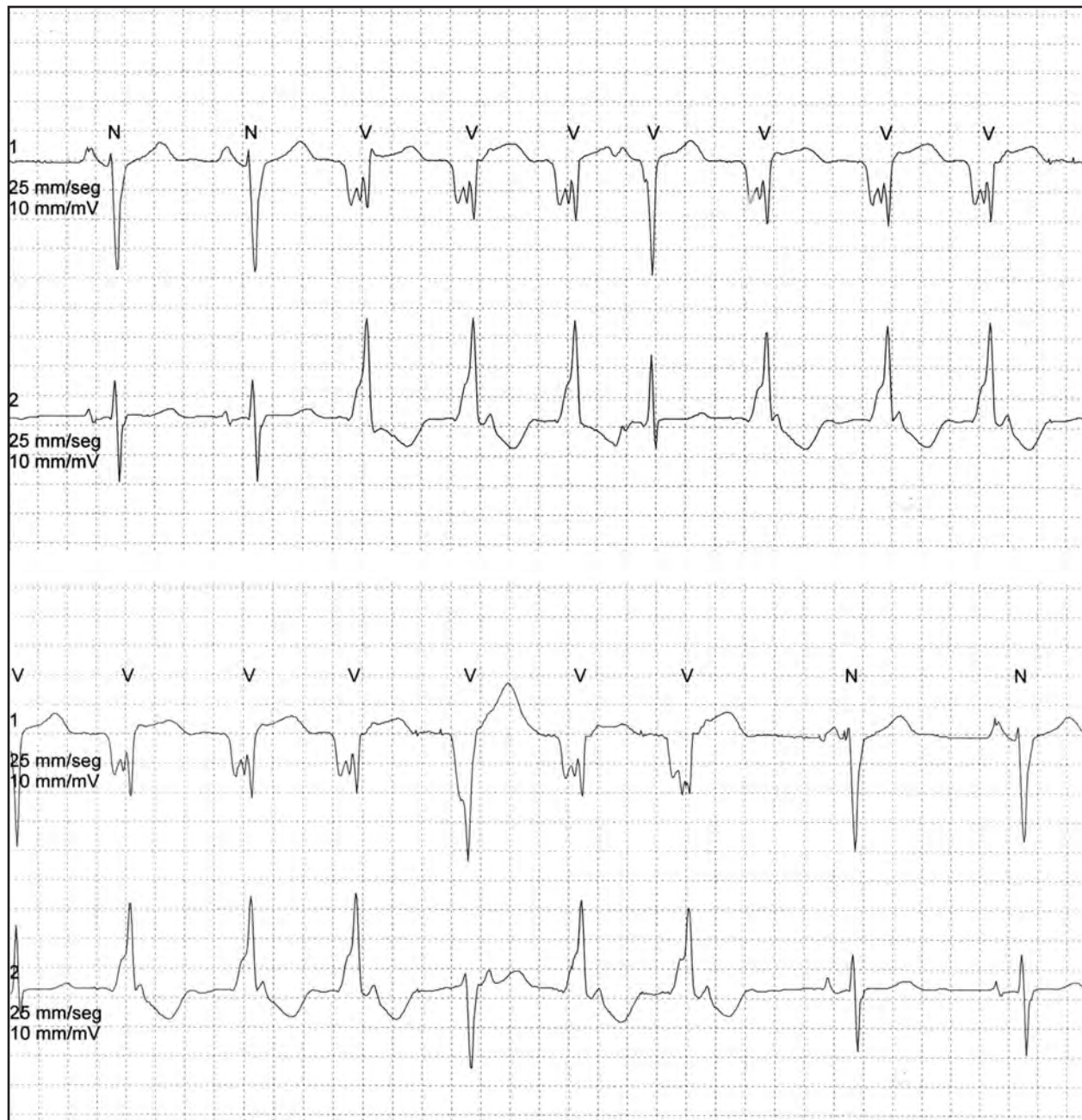
**Fig. 21.** Cardioresfibrilador bicameral. Se observan los electrodos atrial (en forma de J) y ventricular, el cual tiene dos bobinas (las regiones más radiopacas), alojadas en la vena cava superior y en la punta del VD). Durante la administración de la carga almacenada, la corriente fluye desde la coraza del generador hacia las bobinas.





**ECG No. 160.** Paciente masculino de 40 años, portador de displasia arritmogénica del ventrículo derecho y de un cardioresfibrilador implantable, quien es admitido en el servicio de urgencias por múltiples “choques” del desfibrilador, el cual fue interrogado y reprogramado. En el trazado de monitor de telemetría, se observan múltiples episodios de TV no sostenida de ciclo y morfología variable; abajo, el detalle de uno de los episodios (área sombreada). Se observa una TV polimorfa, de ciclo aproximado 430 ms (140 lpm) que es tratada con una serie de 8 estímulos ventriculares con ciclo decreciente o “rampa” (el ciclo de estimulación se inicia en 375 ms y termina en unos 330). Se interrumpe la taquicardia; después de dos complejos QRS anchos y de diferente morfología, aparece un latido sinusal, luego una CPV y luego un latido de fusión. El uso de la “estimulación antitaquicardia” es de elección para este tipo de pacientes con episodios repetidos; esto evita repetidos choques, estrés para el paciente y agotamiento precoz de la batería.

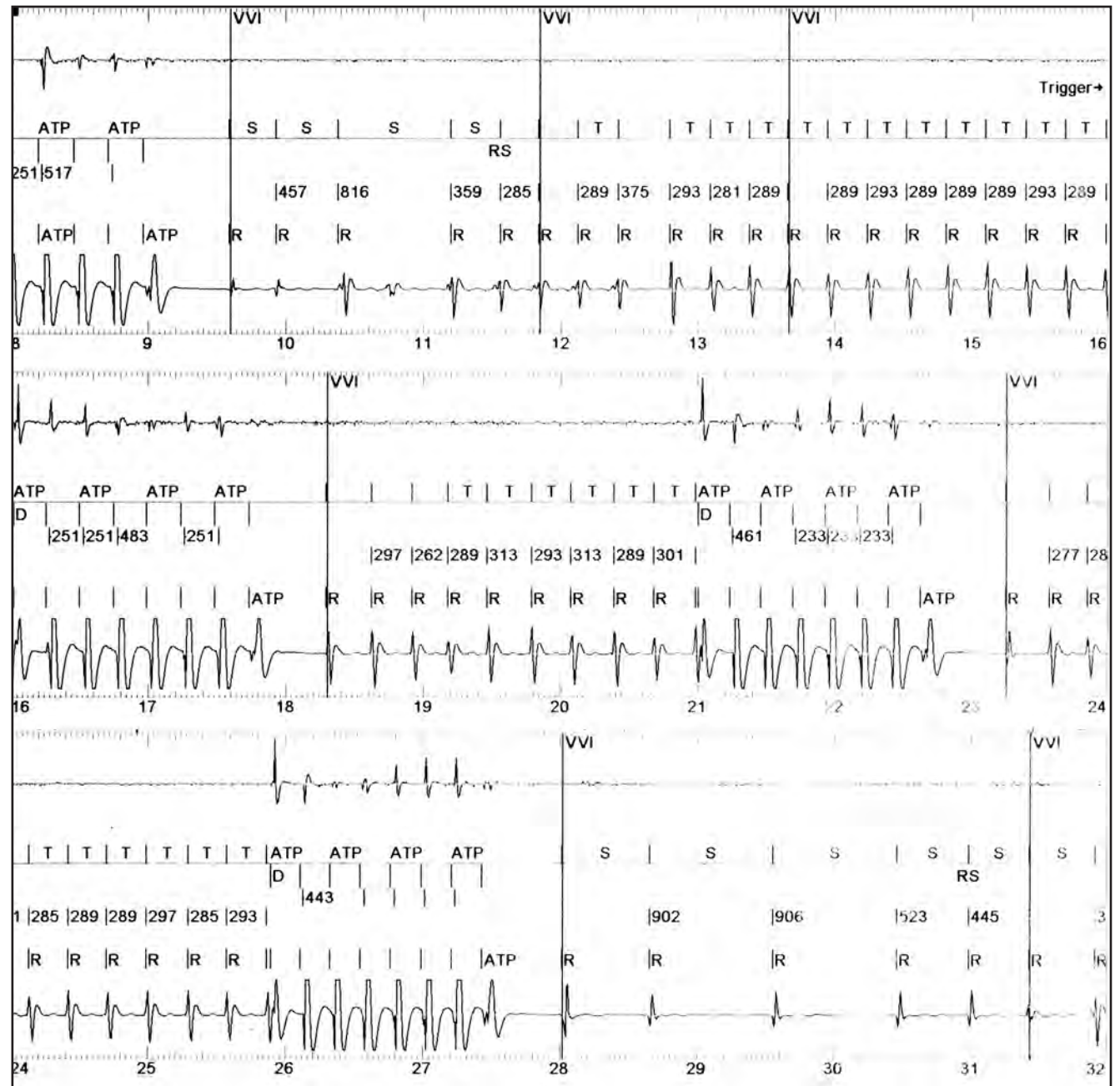


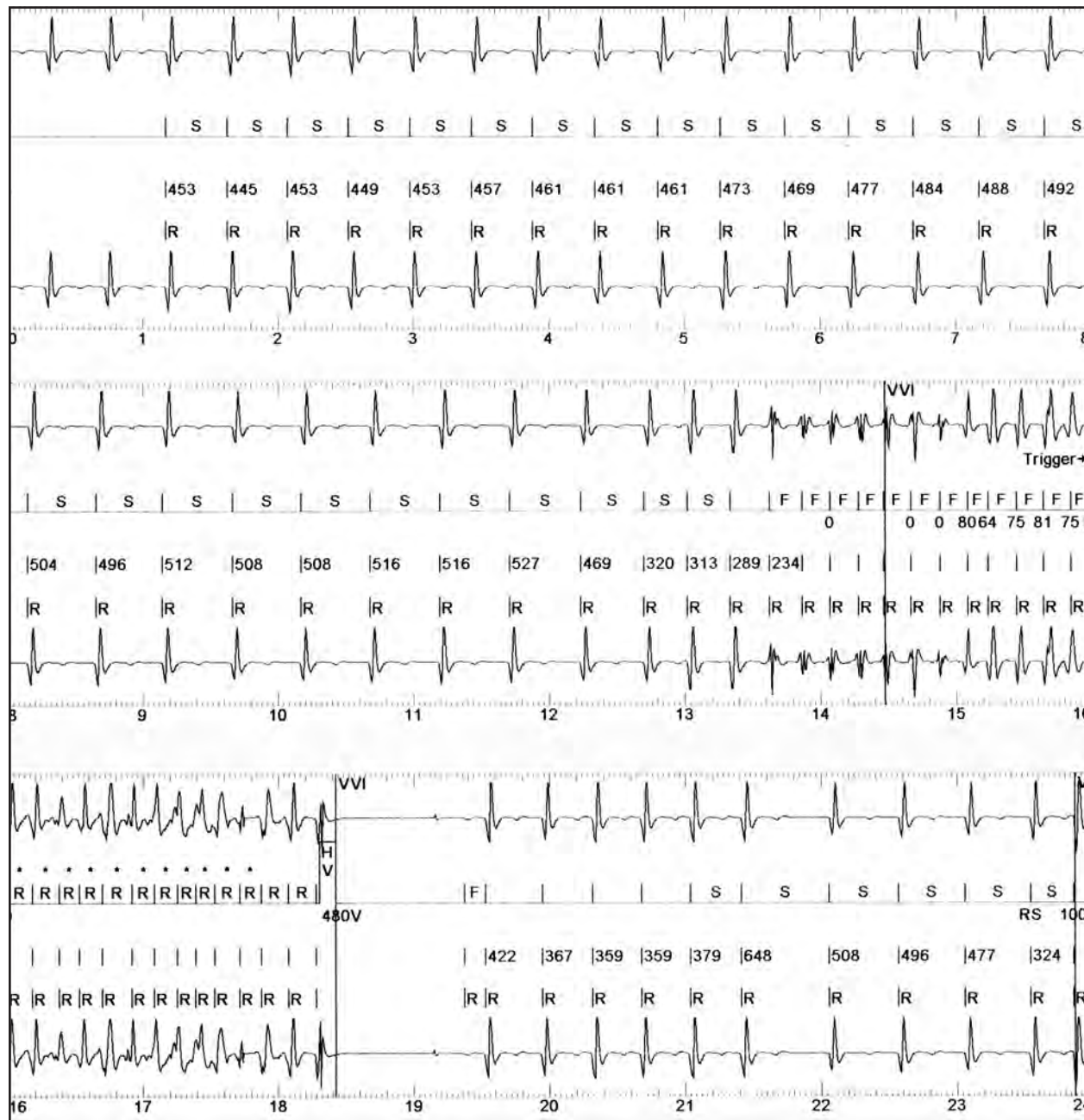


**ECG No. 161.** Dos derivaciones de registro Holter de un paciente con desfibrilador bicameral. El trazado no es continuo. Arriba, se observa ritmo sinusal en los primeros 2 latidos, seguido por un episodio de taquicardia ventricular no sostenida; se observa actividad atrial (onda P) retrógrada (al final de los complejos QRS anchos, más visible en el segundo canal) la cual no es seguida de estimulación ventricular (*tracking*), dado que dicha actividad atrial es detectada durante el período refractario atrial postventricular (PVARP); este parámetro evita el seguimiento ventricular de la contracción atrial que es consecuencia de la conducción retrógrada ventriculo-atrial (cuando existe) y por ende, de la taquicardia mediada por marcapasos; el latido del centro es un latido de fusión. Abajo, otro episodio de TV no sostenida; al centro, se observa estimulación secuencial atrio-ventricular o modo DDD (doble espiga, también con onda P retrógrada): al no detectarse actividad atrial después de transcurrido el PVARP del complejo previo, el dispositivo reinicia su ciclo programado e inicia la estimulación en el atrio; en este caso, es posible observar este evento, debido a la baja frecuencia de los episodios de TV no sostenida. El penúltimo latido es en modo DDD: onda P con espiga, QRS con espiga, aunque fusionado; y el último, una fusión atrial seguida de un complejo QRS angosto.

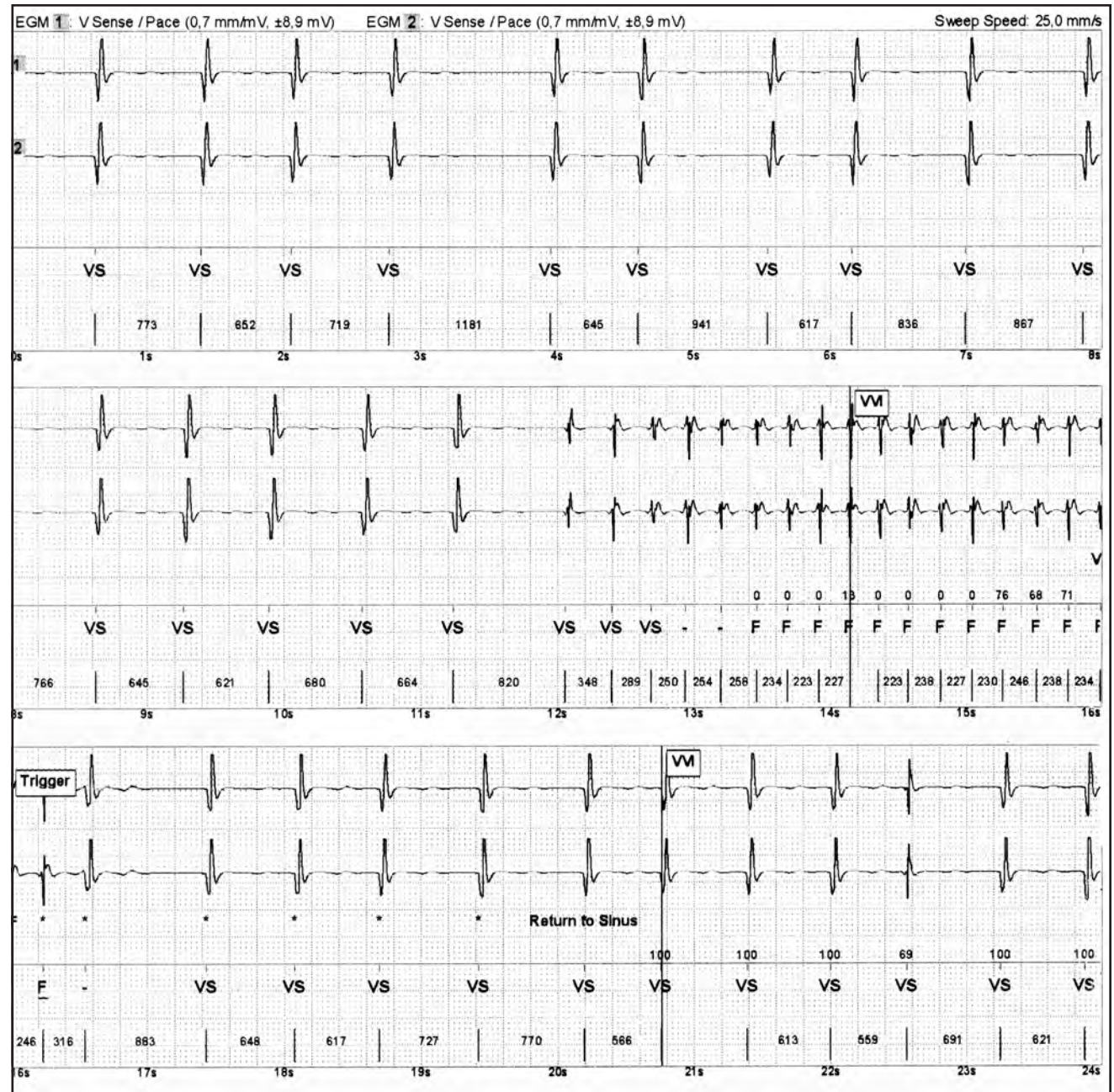
## Cardiodesfibrilador Unicameral

**ECG No. 162.** Desfibrilador unicameral. Electrograma ventricular, canal de diagnóstico, intervalos RR, canal de marcas, otro electrograma ventricular y tiempo (en segundos). Este electrograma fue almacenado como "evento" arritmico. Primera fila: el trazado se inicia con estimulación ventricular rápida o "estimulación antitaquicardia" (ATP, *antitachycardia pacing*) que es efectiva; S indica que se ha diagnosticado ritmo sinusal después de esta terapia y R la detección de latidos ventriculares propios. Sin embargo, rápidamente reaparece la TV (marcada como T), con ciclo promedio de 280 ms (214 lpm). En la segunda y tercera fila se administran 3 ciclos más de ATP, con lo cual se logra restablecer ritmo sinusal (RS) al final del trazado. El término *trigger* indica que en ese momento se inicia la terapia previamente programada ante la detección de este evento.





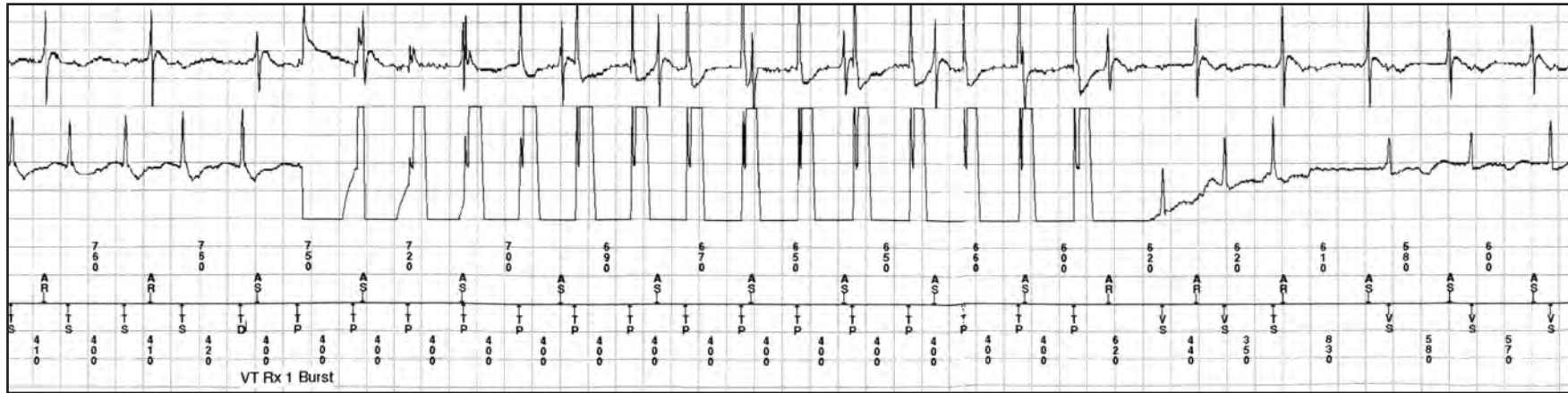
**ECG No. 163.** Paciente femenina de 54 años, portadora de distrofia fascio-escápulo-humeral, fibrilación atrial crónica y antecedente de fibrilación ventricular revertida, tratada con cardioresfibrilador unicalameral. Electrograma ventricular, canal de diagnóstico, intervalos RR, canal de marcas, otro electrograma ventricular y tiempo (en segundos). Primera fila: se detecta ritmo propio (S), irregular, con un ciclo RR promedio de 470 ms (unos 125 lpm), con adecuada detección de la actividad ventricular espontánea (R). En la mitad de la segunda fila, súbitamente aparecen señales ventriculares con elevada frecuencia, de diferente morfología (aunque esta es poco específica si se registra solo entre los dos electrodos de la punta del catéter-electrodo) y con un porcentaje de similitud de 0-81% (cifras anotadas debajo del canal de diagnóstico, que resultan de la comparación con una plantilla previamente adquirida durante ritmo sinusal). El dispositivo diagnostica fibrilación ventricular (F), entonces inicia la carga de los capacitores (*trigger*) y envía una descarga de 480 V (HV), tercera fila. Se restablece su ritmo de base. El "choque" fue adecuado.



**ECG No. 164.** Otro evento registrado años después en la misma paciente de la figura anterior. Dos canales del electrograma ventricular, canal de marcas y de diagnóstico, intervalos RR (en ms) y tiempo (en segundos). El ritmo de base es irregular (VS); en la segunda fila, al centro, se inicia súbitamente un ritmo mucho más rápido, también irregular. El dispositivo diagnóstica fibrilación ventricular (F) que se autolimita y los números (0,68,71) indican el porcentaje de similitud morfológica con una plantilla previamente adquirida durante ritmo sinusal. En "trigger" se inicia la preparación de la terapia respectiva, pero justo en ese momento se autolimita el episodio, por lo que dejan de cumplirse los criterios diagnósticos y se inhibe por tanto, la administración de la terapia. La paciente vuelve a su ritmo de base.



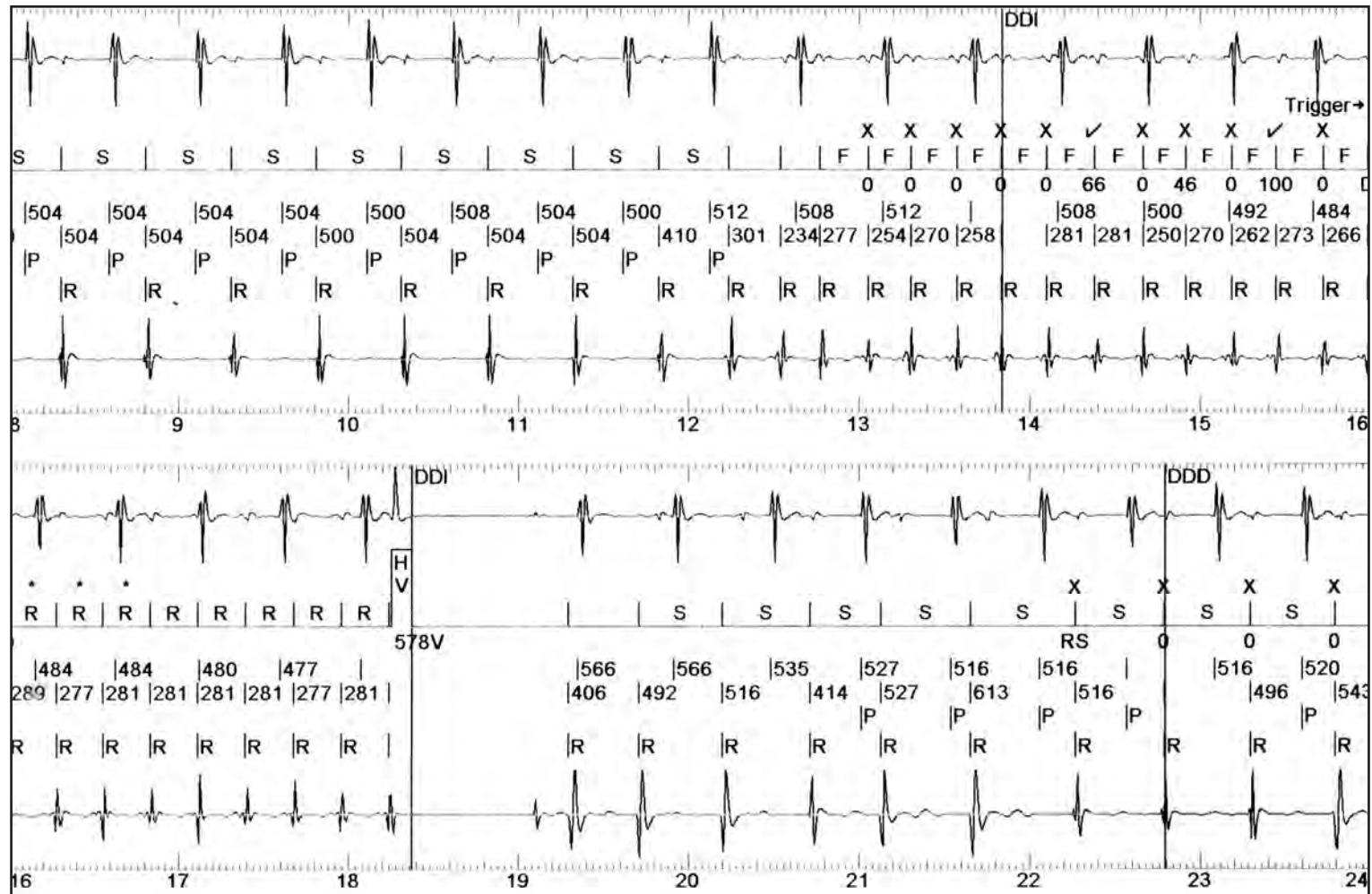
## Cardiodesfibrilador Bicameral



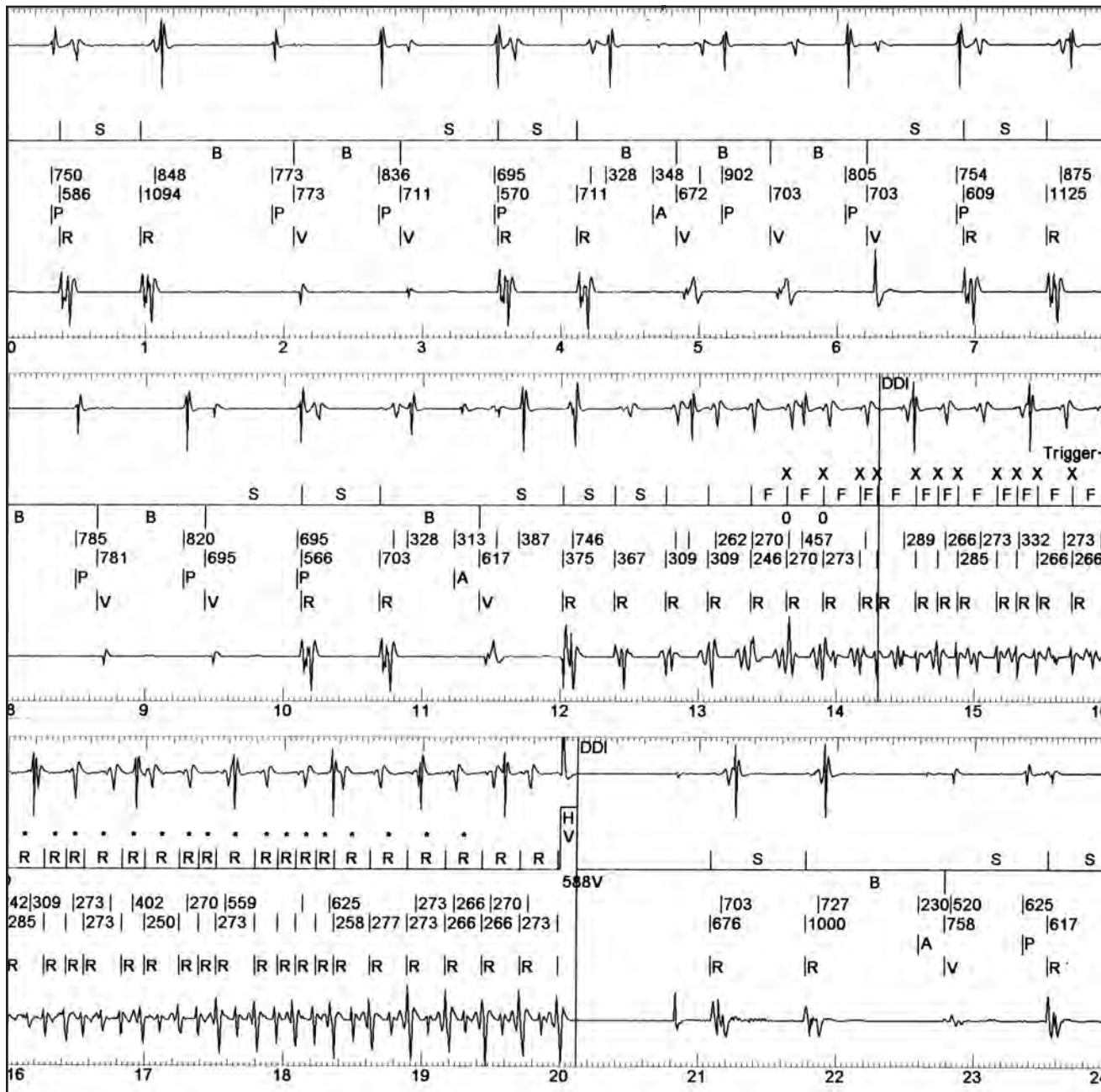
**ECG No. 167.** Paciente masculino de 40 años, portador de displasia arritmogénica del ventrículo derecho. Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. Existe un ritmo rápido ventricular (TS), ciclo de 410 ms (146 lpm), disociado de la actividad atrial: cuya frecuencia es mucho menor y no existe ningún patrón que sugiera alguna relación AV retrógrada o anterógrada. El desfibrilador diagnostica taquicardia ventricular (TD) según criterios establecidos con anterioridad e inicia la terapia programada para este evento (VT Rx 1 Burst): **estimulación antitaquicardia**; aplica 14 estímulos (TP) en salva o *burst* con un ciclo de 400 ms. Al terminar la secuencia, se observa ritmo sinusal, evidenciado por la inscripción secuencial de la actividad atrial (AS) y la ventricular (VS), lo que indica que la taquicardia fue terminada con esa terapia.



**ECG No. 168.** El mismo paciente de la figura anterior. Los mismos canales y marcas. En otro episodio almacenado, se observa un ritmo ventricular (TS y TF), también disociado de la actividad atrial, algo irregular y mucho más rápido (ciclo de 310-350, 185 lpm). El desfibrilador diagnostica una segunda taquicardia ventricular, también según criterios establecidos con anterioridad; prepara la primera terapia programada para tal caso (FVT Rx 1 CV, **cardioversión eléctrica**) y administra 13,4 J (CD). Entonces, el ritmo ahora presenta actividad atrial y ventricular secuencial (AS y VS) lo cual indica que la TV fue cardiovertida. En la fig. 22 (pág. 139), se muestra otro episodio similar en forma gráfica: disociación AV, administración de la terapia y reversión a ritmo sinusal.

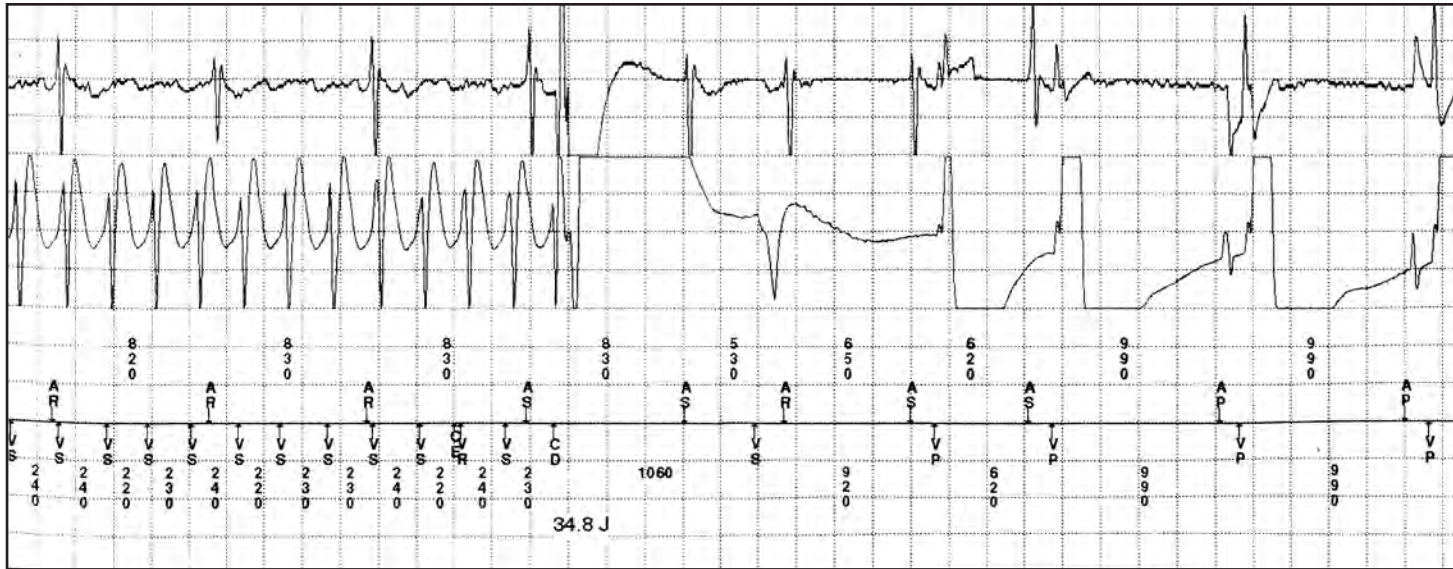


**ECG No. 169. Desfibrilación.** Paciente masculino de 54 años, portador de distrofia miotónica. Electrograma atrial, canal de diagnóstico, porcentaje de similitud –inmediatamente debajo de él–, intervalos PP y RR, canal de marcas y electrograma ventricular. El trazado se inicia con ritmo sinusal (S) con secuencia P y R (ó atrio y ventrículo) preservada. Súbitamente, se inicia un ritmo ventricular rápido, de morfología y ciclo relativamente regular (véase el electrograma ventricular), diagnosticado como fibrilación ventricular (F), según el criterio de frecuencia previamente establecido con el cual, el dispositivo hace ese diagnóstico. El porcentaje de similitud indica qué tanto se parece el complejo endocavitario con una plantilla previamente adquirida durante ritmo sinusal. En ese momento se señala “0%”, lo cual sugiere que el ritmo en cuestión tiene un origen ectópico; existe además disociación atrioventricular. Se inicia la carga de los capacitores (*trigger*) y administra la terapia programada de alto voltaje (HV), 578 V. El ritmo resultante tiene secuencia P-R –aunque no en todos los complejos– lo que indica que la taquicardia ventricular fue cardiovertida.

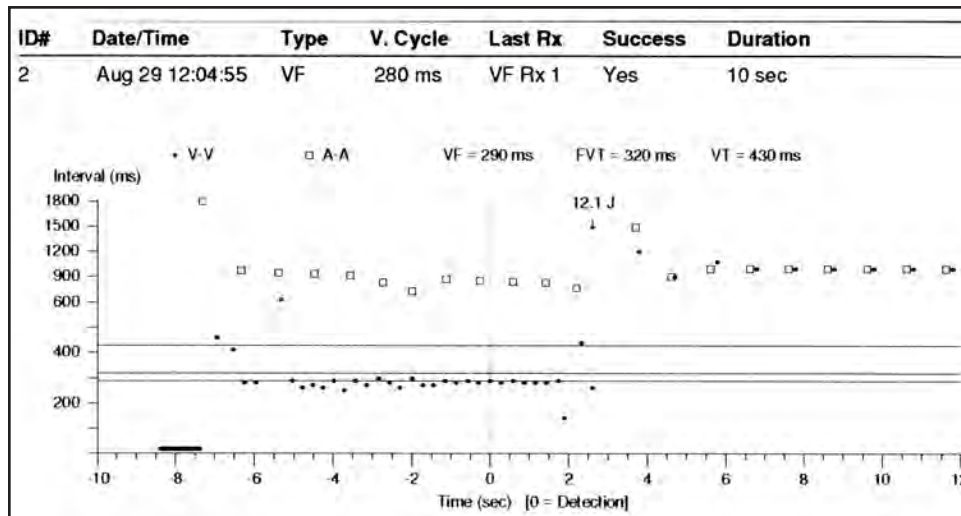


**ECG No. 170.** Paciente masculino de 36 años, portador de enfermedad arterial coronaria no revascularizable y aneurisma ventricular izquierdo. Electrograma atrial, canal de diagnóstico, intervalos PP y RR, canal de marcas, electrograma ventricular y tiempo (en segundos). Evento almacenado durante un episodio de síncope. El trazado se inicia con latidos sinusales seguidos de QRS espontáneo (R) o estimulado (V); varias contracciones ventriculares son prematuras. Se diagnostica ritmo sinusal (S) o bradicardia (B). En la mitad de la segunda fila, se inicia súbitamente un ritmo rápido ventricular (245 lpm), de ciclo variable, disociado de la actividad atrial, diagnosticado como fibrilación ventricular (F); porcentaje de similitud=0. Se inicia la carga de capacitores (*trigger*) y se administra la terapia (HV, 588 V), la cual es efectiva. A: estimulación atrial; P: detección atrial; V estimulación ventricular y R, detección ventricular.

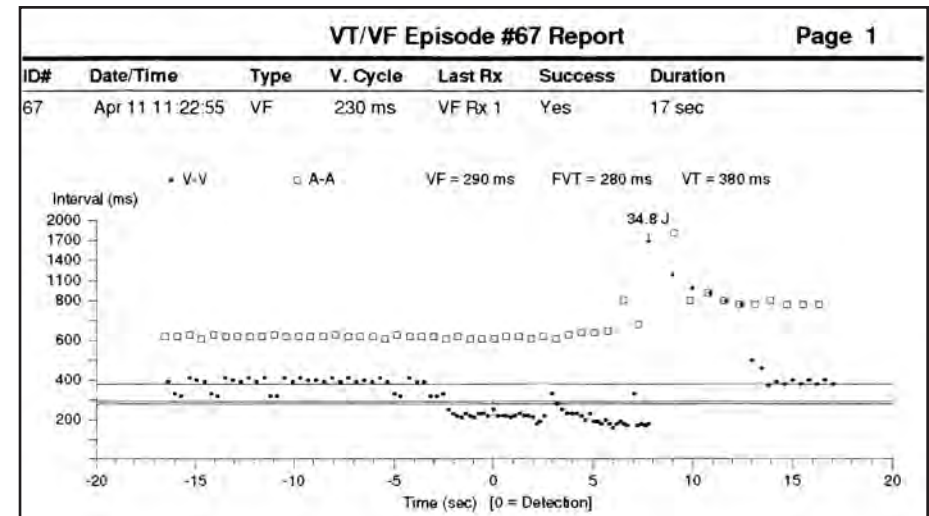




**ECG No. 171.** Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. Existe un ritmo rápido ventricular de alta frecuencia, algo irregular (ciclo de 235 ms, 255 lpm), disociado de la actividad atrial. Después de la administración de la terapia (CD, cardioversión con 34,8 J), aparece un latido ventricular espontáneo (VS), seguido de estimulación de marcapasos en modo DDD (AP-VP), evidenciado en las señales intracavitarias, atrial y ventricular secuenciales.



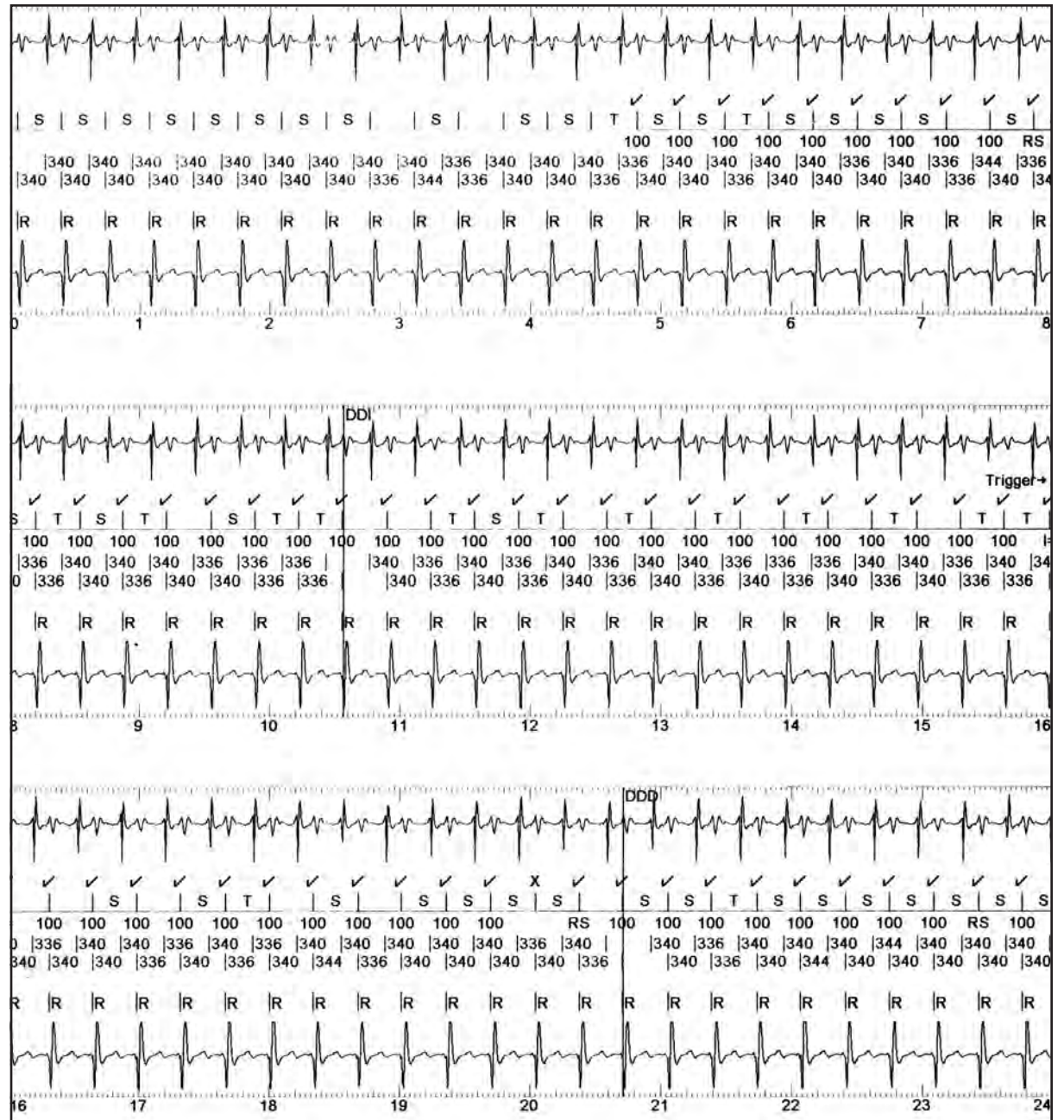
**Fig. 22.** Un episodio de TV similar al ECG No. 168, mostrado en forma de gráfica de coordenadas: disociación AV, administración de la terapia y reversión a ritmo sinusal.



**Fig. 23.** Se muestra gráficamente el episodio del ECG No. 172: aceleración espontánea de la taquicardia y desfibrilación.

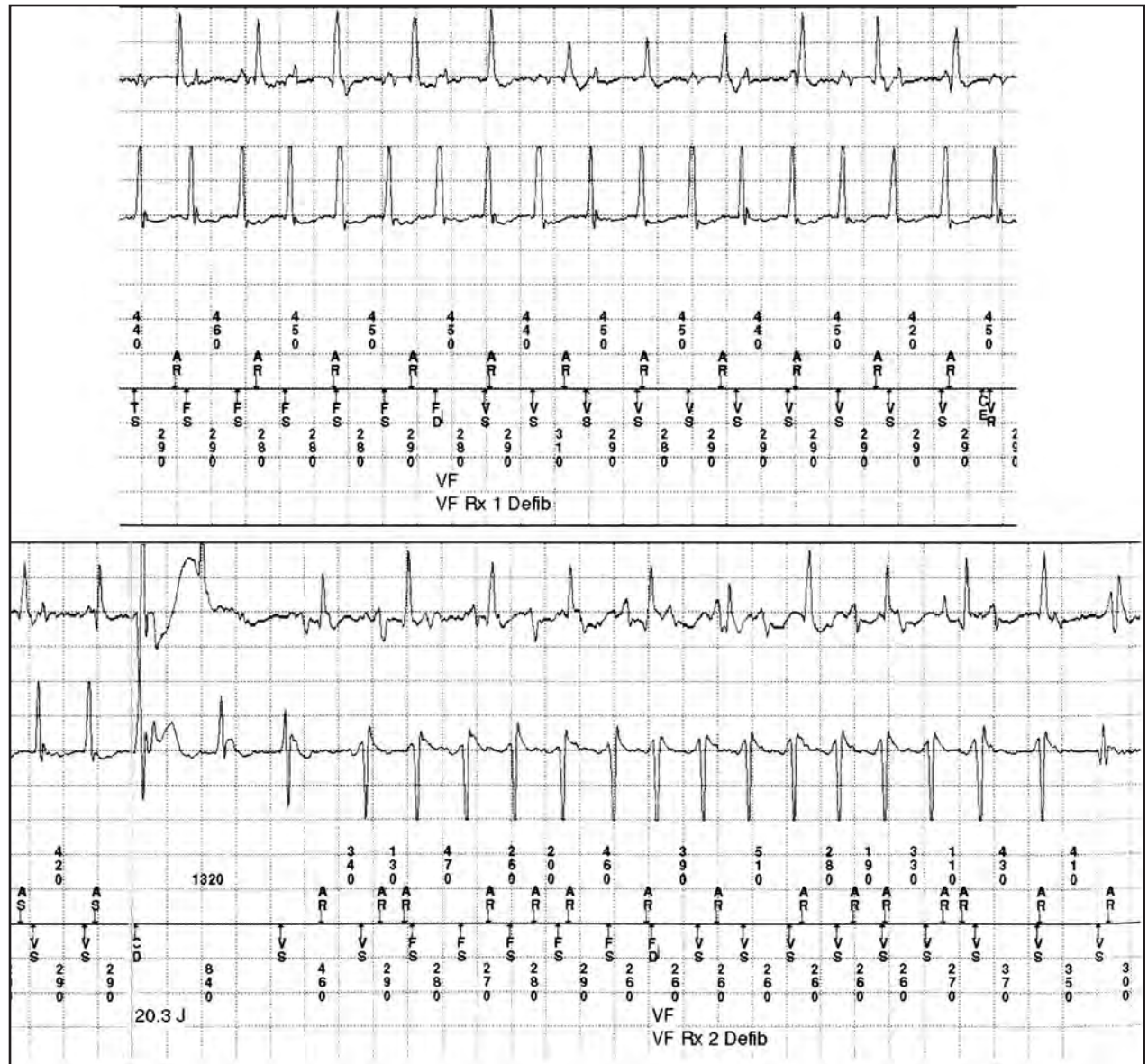


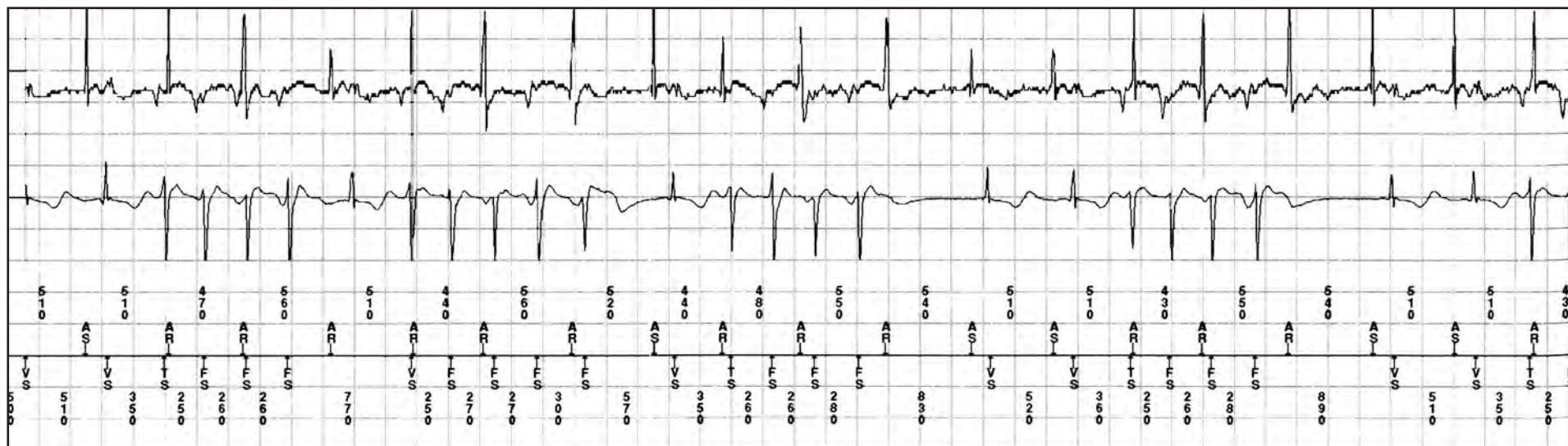
**ECG No. 172.** Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. Existe un ritmo rápido ventricular monomórfico, regular, cuyo ciclo promedio de 220 ms (270 lpm) entra en el rango programado para diagnosticar fibrilación ventricular (FS, al inicio); este ritmo está disociado de la actividad atrial, la cual es detectada durante el período refractario atrial postventricular (AR). El dispositivo diagnostica fibrilación ventricular (FD, quinta marca). Espontáneamente, la taquicardia ventricular de aspecto monomórfico, se torna irregular, polimórfica y de mayor frecuencia. El dispositivo continúa con la ejecución de la terapia programada (VF Rx 1 Desfib) y al final, administra 34,8 J. Aparece ritmo de marcapasos bicameral en modo VAT (AS-VP), lo cual indica que la taquiarritmia fue revertida.



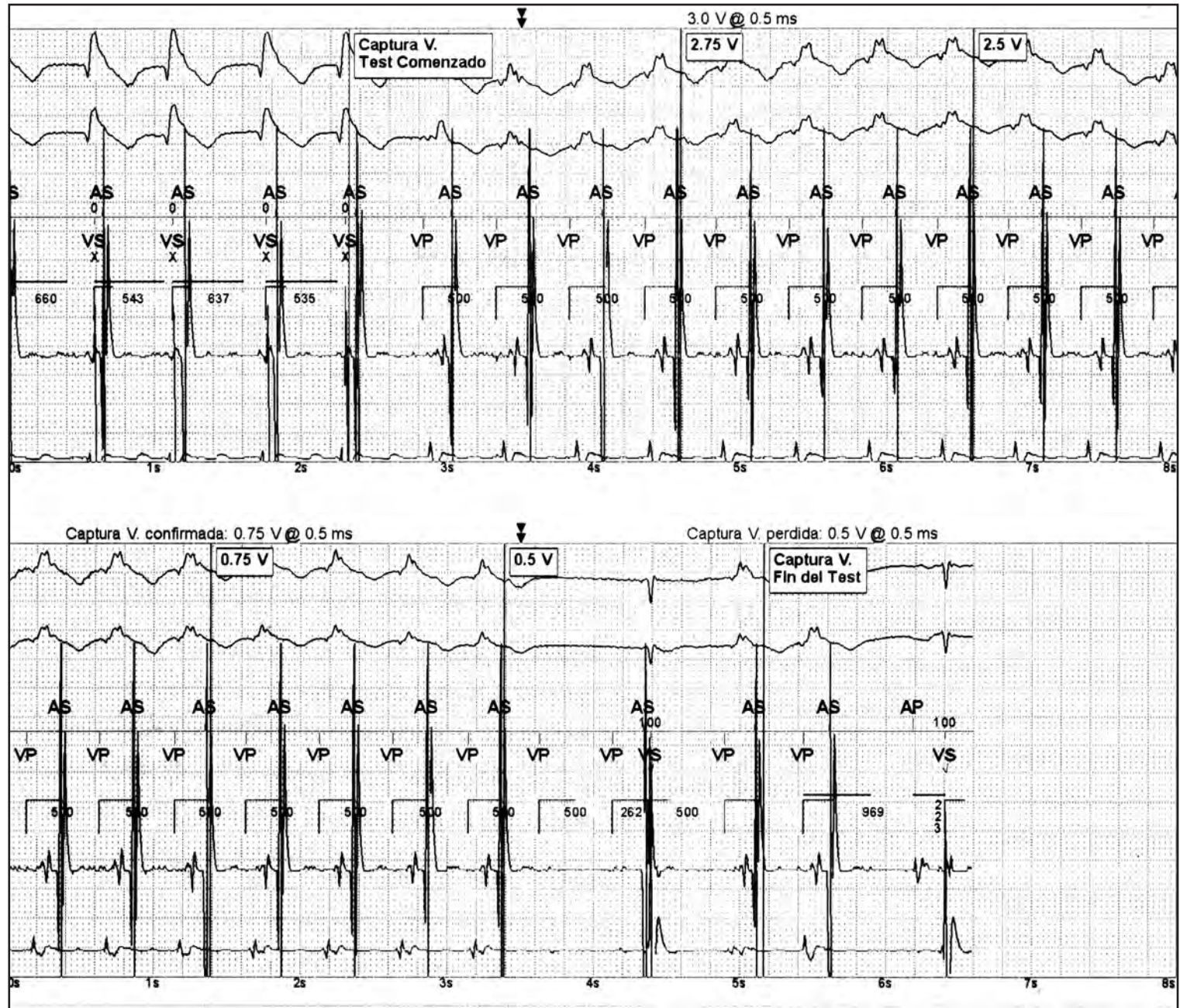
**ECG No. 173.** Electrograma atrial, canal de diagnóstico e inmediatamente debajo de él, el porcentaje de coincidencia; intervalos PP y RR, canal de marcas, electrograma ventricular y tiempo (en segundos). A la mitad de la primera fila, la frecuencia cardiaca durante ejercicio, alcanza el límite por encima del cual se diagnostica taquicardia ventricular (T), unos 175 lpm; sin embargo, al obtenerse un 100% de coincidencia con la morfología del electrograma previamente establecida como sinusal (señalado también con un "✓"), el dispositivo así lo asume e inhibe cualquier terapia. Se restablece el modo DDD, dado que para el diagnóstico se autoprograma en modo DDI. Además del criterio de frecuencia y de la morfología, los desfibriladores también emplean otros criterios para diferenciar ritmos rápidos ventriculares de los supraventriculares: el inicio gradual (que sugiere taquicardia sinusal u otra de mecanismo automático), la variación marcada del intervalo RR (que sugiere fibrilación atrial), la relación AV 1:1 (ritmo sinusal o taquicardia paroxística supraventricular) ó la relación AV>1 (flúter o taquicardia atrial).

**ECG No. 174.** Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas, intervalos VV. Se detecta un ritmo rápido ventricular (FS), regular, ciclo de 280-290 ms (210 lpm), disociado de la actividad atrial, como se observa en el canal superior. El desfibrilador diagnostica fibrilación ventricular (FD en el canal de marcas; abajo, VF), dado que este ritmo tiene una frecuencia dentro del rango programado para tal fin, a pesar que la morfología intracavitaria uniforme y su regularidad sugieren un ritmo más organizado; es decir, taquicardia ventricular. Se prepara la primera terapia programada para dicho diagnóstico ("VF Rx 1"), se cargan los capacitores y se envía una descarga (CD) de 20,3 J. Esta terapia no interrumpe la taquicardia, pero sí induce una segunda taquicardia de ciclo inicialmente similar y luego irregular, pero de diferente polaridad. Cinco latidos después el desfibrilador confirma que el paciente continúa en fibrilación ventricular (FD) y prepara la segunda terapia (VF Rx 2 Defib), pero pocos latidos después, la taquicardia se autolimita y no es administrada la terapia. AS indica detección atrial y AR detección atrial durante el período refractario atrial postventricular (PVARP).

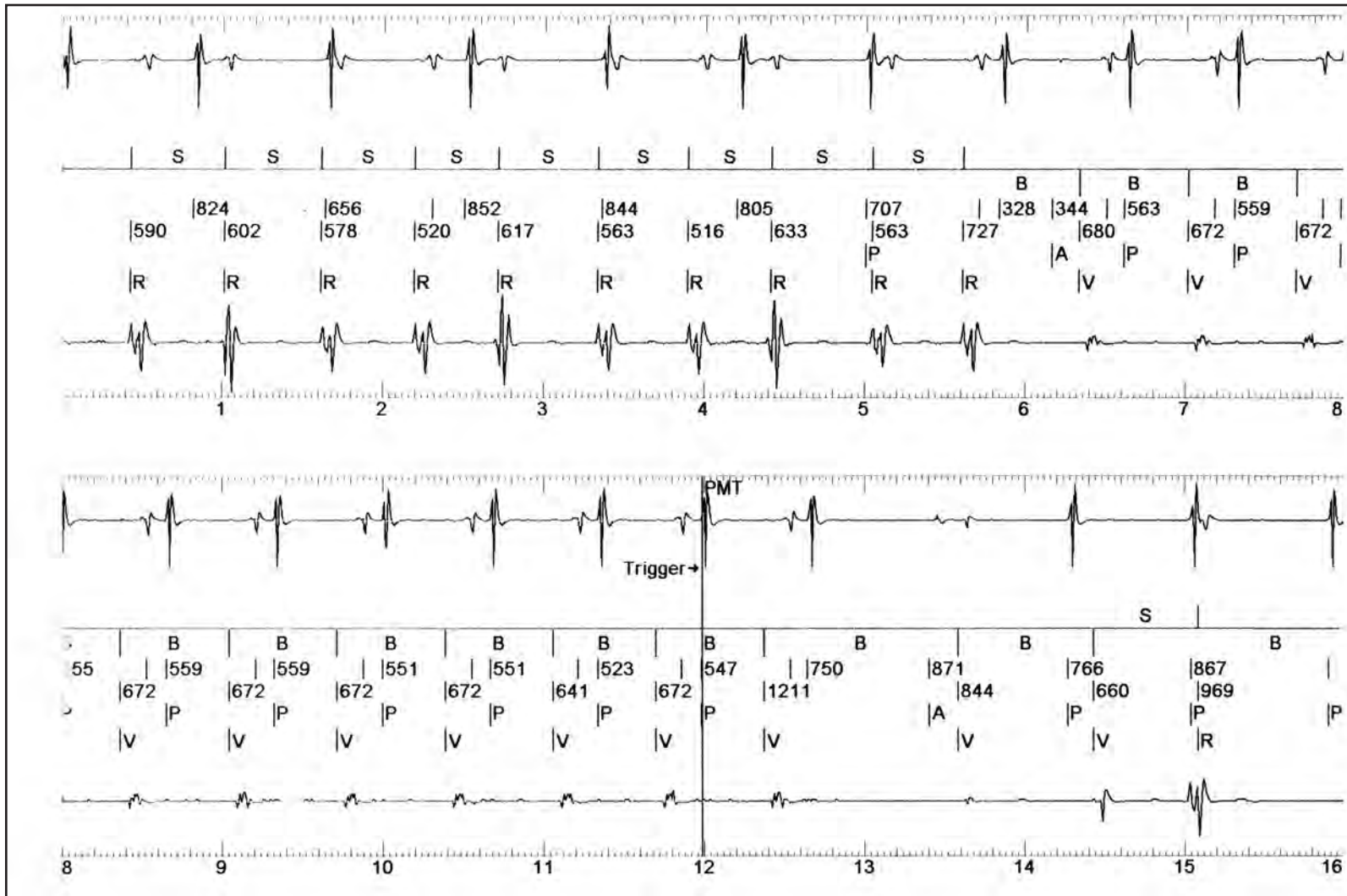




**ECG No. 175.** Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalo AA, canal de marcas, intervalo VV. Se observan varios episodios de taquicardia ventricular de 4 latidos, autolimitados; son adecuadamente detectados (TS o FS, según el intervalo RR cuantificado y comparado con el que previamente se programó para hacer tal clasificación). La mayoría de los desfibriladores emplea un número mínimo de intervalos dentro esos rangos para llegar a un diagnóstico (p. ej. 5 de 8 intervalos RR consecutivos), con el fin de evitar administrar terapia a contracciones prematuras ventriculares o episodios de TV no sostenida; dependerá de cuántos latidos tienen estos episodios en quienes son repetidos, para programar un mínimo y así evitar terapias innecesarias.



**ECG No. 176.** Dos derivaciones de superficie, canal de marcas, intervalos VV, electrograma atrial y electrograma ventricular. El trazado se inicia con una taquicardia ventricular de ciclo irregular (en promedio, 120 lpm), con conducción ventriculoatrial 1 a 1 y porcentaje de similitud "0%". Se inicia una prueba de umbral del VD con 2,75 V, con adecuada "captura"; la morfología similar del QRS estimulado con la de la taquicardia sugiere algún grado de fusión o "encarrilamiento" (*entrainment*); este fenómeno consiste en el ingreso del impulso administrado al circuito de reentrada de la taquicardia, que en este caso, la interrumpe. Al perderse la "captura" en 0,5 V, el paciente presenta ritmo sinusal, 2 CPV y al final, otro latido sinusal.



**ECG No. 177.** Evento almacenado como "Taquicardia mediada por marcapasos" o *pacemaker mediated tachycardia*, PMT. Electrograma atrial, canal de marcas, intervalos AA y VV y el electrograma ventricular almacenados. Abajo, tiempo en segundos. Los primeros 10 latidos ventriculares son espontáneos (R) y están disociados de la actividad atrial, a unos 120 lpm; es decir, taquicardia ventricular. Aparece un estímulo atrial fallido –sin captura– (señalado con "A", en el sexto segundo), seguida de su respectivo estímulo ventricular V, (modo DDD) el cual interrumpe el ritmo previo, pero con subsiguiente actividad atrial detectada (P), retrógrada, a su vez seguida por su respectivo estímulo ventricular y así sucesivamente. El dispositivo establece que se trata de una PMT y suspende el seguimiento o *tracking* ventricular ("trigger") manteniendo la estimulación ventricular (V). Dos latidos después la PMT es abortada y se reinicia estimulación bicameral DDD (estimulación atrial A –sin captura– y luego V), esta vez sin contracción atrial retrógrada; sigue un latido sinusal con seguimiento ventricular (P seguida de V) y una CPV la cual se inscribe durante el segmento PR. La PMT ocurre en las pacientes que tienen conducción ventrículo-atrial conservada: después del estímulo ventricular, es posible que la contracción atrial retrógrada "dispare" una espiga y la respectiva contracción ventricular; esta, es seguida de otra contracción atrial retrógrada la cual es detectada, se dispara la contracción ventricular y así sucesivamente. S: ritmo sinusal. B: bradicardia.

## Disfunción de Cardiodesfibrilador Bicameral

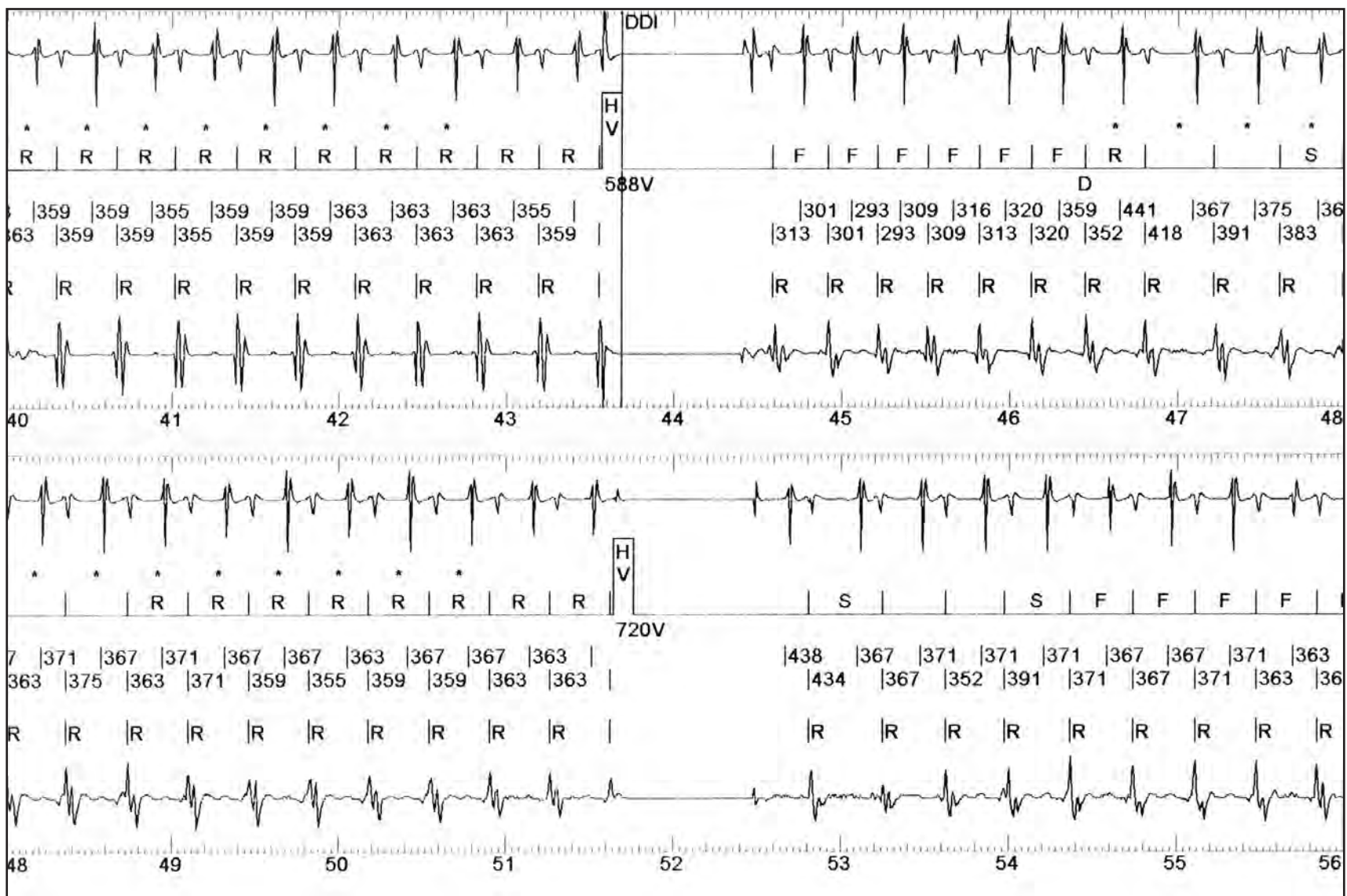
**ECG No. 178. Taquicardia sinusal tratada como TV o FV.** Paciente portador de síndrome de Brugada, tratado con desfibrilador bicameral por un episodio de fibrilación ventricular el cual fue revertido. Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. Se detecta un ritmo rápido de ciclo 310 ms (194 lpm), frecuencia que entra en el rango programado para el diagnóstico de FV, a pesar de que existe una relación AV de 1 a 1 y el ritmo es organizado (ciclo regular y morfología similar). Así lo diagnostica el dispositivo (FD), carga entonces los capacitores y envía (CD) una descarga de 23.5 J. Después, el ritmo persiste con relación AV 1:1 y los cambios en el intervalo AA son similares a los del intervalo VV, hallazgos sugestivos de taquicardia sinusal, erróneamente diagnosticada y tratada como FV. También puede tratarse de una taquicardia ventricular con conducción ventriculo-atrial 1:1, pero el final del trazado descartó esta posibilidad. En la fecha y hora del evento, el paciente estaba haciendo actividad física desacomunada. Debe reprogramarse el dispositivo con otros parámetros que permitan mejor discriminación.



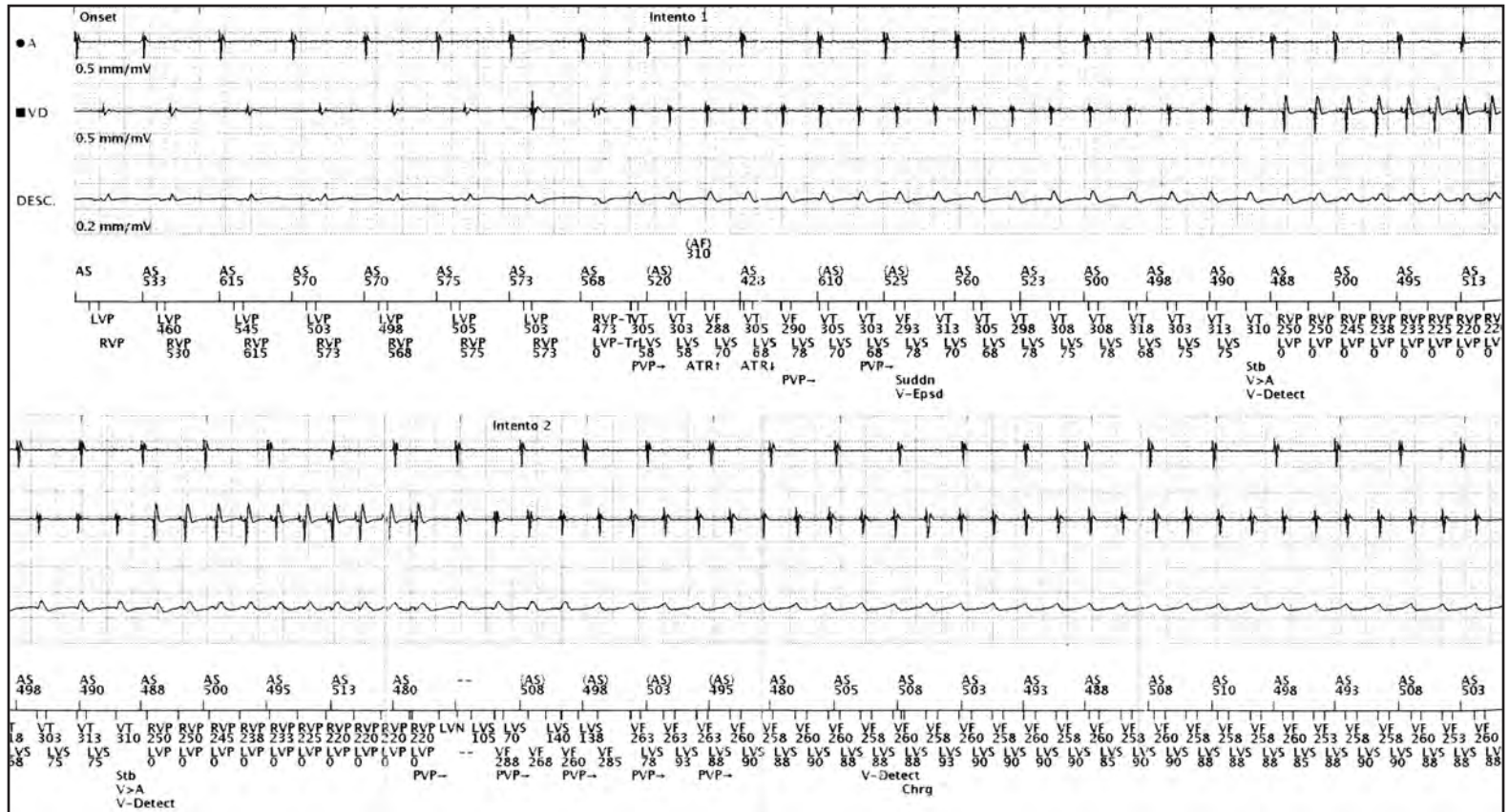




**ECG No. 179.** Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. Se detecta un ritmo rápido cuyo ciclo es 310 ms (194 lpm), frecuencia que entra en el rango programado para el diagnóstico de TV, a pesar que existe una relación AV de 1 a 1. Así lo diagnostica el dispositivo, carga los capacitores y envía una descarga (CD) de 23.7 J. Sin embargo, persiste el mismo ritmo con relación AV 1:1 y un acortamiento inicial del intervalo RR seguido de desaceleración gradual, hallazgos sugestivos de taquicardia sinusal, erróneamente diagnosticada y tratada como TV. En la fecha y hora del evento, el paciente estaba teniendo actividad sexual. Debe reprogramarse el dispositivo con parámetros que permitan mejor discriminación.



**ECG No. 180.** El paciente del ECG No. 170. Electrograma atrial, canal de diagnóstico, intervalos PP y RR, canal de marcas, electrograma ventricular y tiempo (en segundos). Mientras el paciente hacía ejercicio intenso, recibió dos “choques”, sin pródromo. La interrogación muestra secuencia AV preservada, ciclo AA y VV similares y persistencia del mismo ritmo a pesar del envío de descargas de 588 y 720 V, todo lo cual sugiere que se trata de taquicardia sinusal. Inmediatamente después de la primera descarga, el dispositivo redetecta y diagnostica FV (marcado con F) a un ciclo de 310 ms (193 lpm), que cae en el rango de frecuencia programado para tal diagnóstico. Después de la segunda descarga, el ciclo sinusal es 370 ms (162 lpm); aún así vuelve a diagnosticarse F, pero después siguió disminuyendo la frecuencia cardíaca (no mostrado), lo cual confirmó el final no paroxístico del evento.



**ECG No. 181. Aceleración de la taquicardia.** Desfibrilador tricameral. Electrograma atrial, electrograma del VD, electrograma desde la bobina de la vena cava superior, intervalos y marcas AA, VD-VD y VI-VI. Después de 8 latidos bajo estimulación biventricular (LVP-RVP), se inicia un ritmo rápido con ciclo promedio 300 ms (200 lpm). Se detecta TV (en inglés. VT) e inicia terapia de estimulación antitaquicardia tanto en VD como en VI (RVP-LVP) a un ciclo decreciente “en rampa” (*ramp*). Este primer intento no interrumpe la taquicardia, por lo que se envía un segundo intento (segunda fila). Este tampoco la interrumpe; más bien, la acelera: ahora el ciclo promedio es 260 ms, 230 lpm. Esta frecuencia cae en el rango programado para diagnosticar FV (en inglés VF), por lo que el dispositivo ahora ejecuta la terapia programada para esta taquiarritmia, e inicia la carga de los capacitores. La fig 24 (abajo) muestra la frecuencia cardiaca de la taquicardia, la de la estimulación antitaquicardia y la aceleración de la primera como consecuencia indeseada de la primera terapia. El paciente requirió cardioversión sincronizada con 24 J (no mostrado).

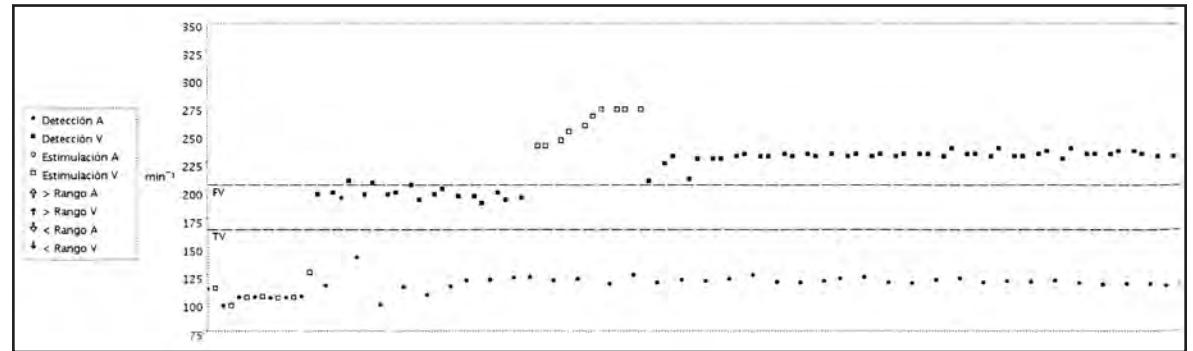
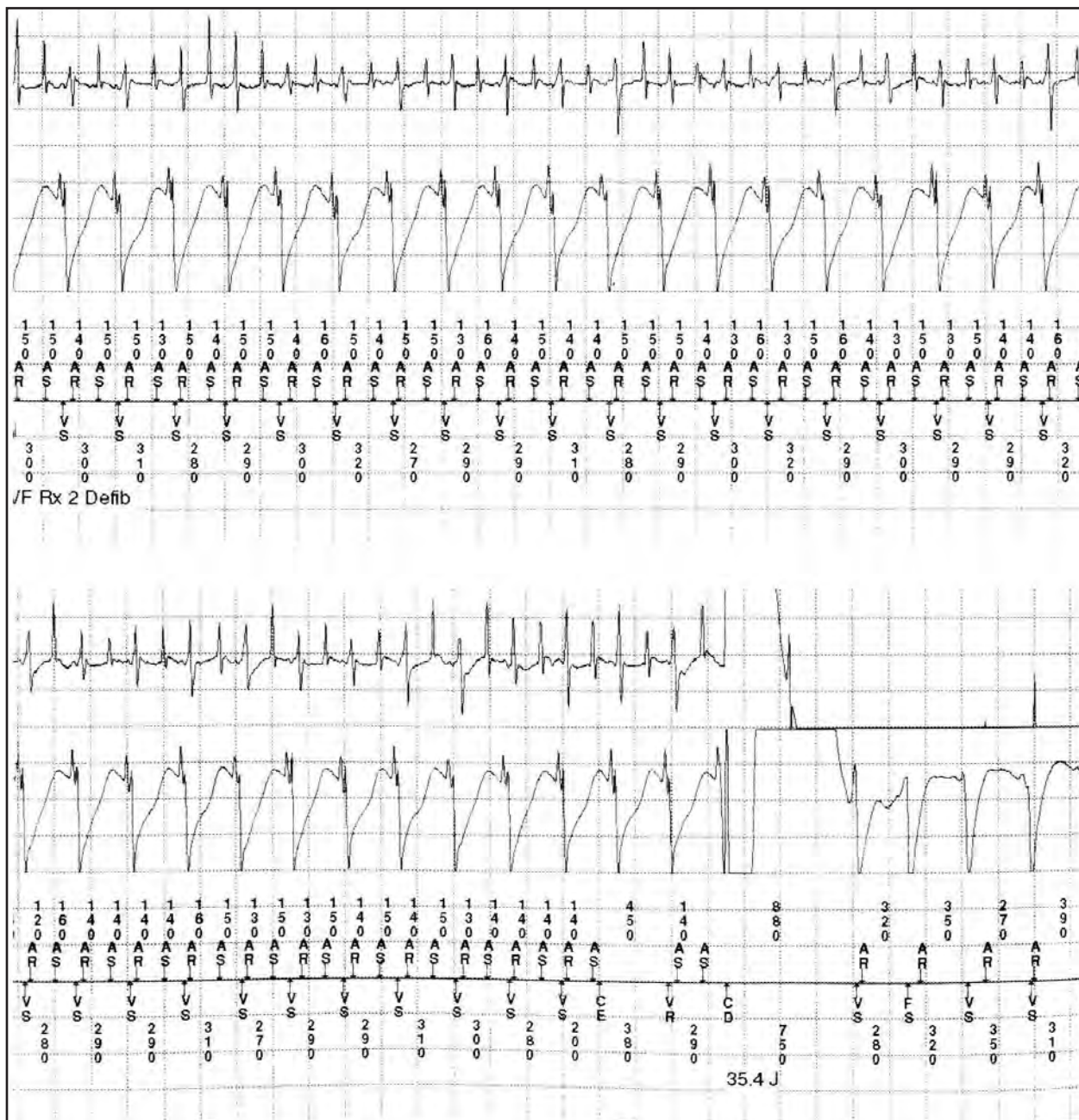


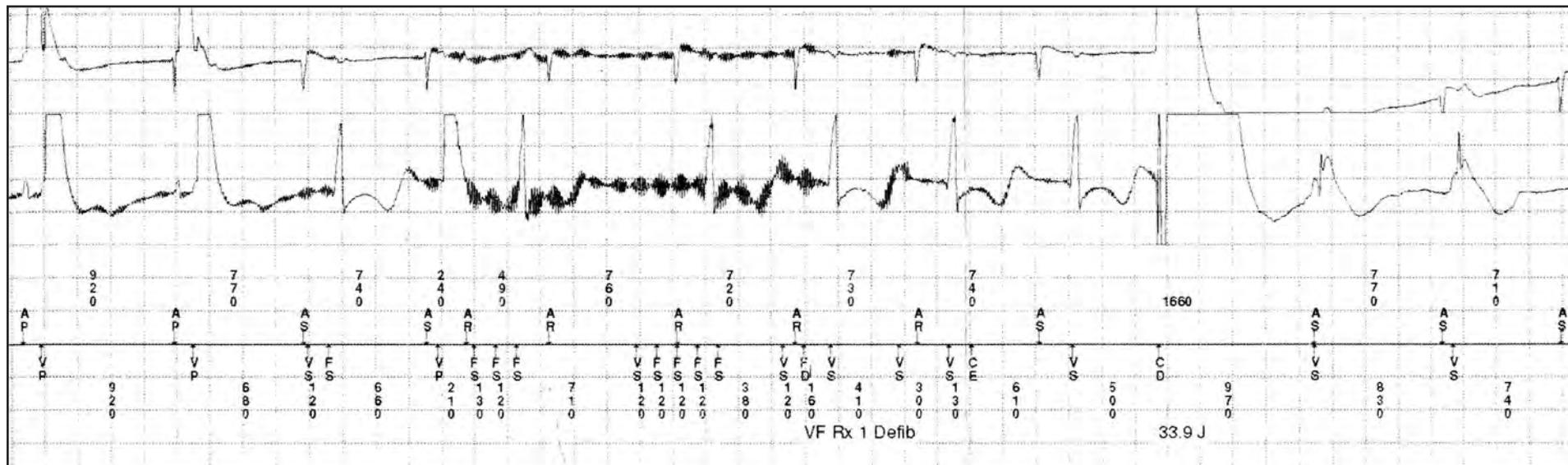
Fig. 24. Véase el texto adjunto.

**ECG No. 182. Fibrilación atrial tratada como TV o FV.** Desfibrilador bicameral. Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalo AA, canal de marcas, intervalo VV. Se detecta un ritmo rápido e irregular, ciclo promedio 350 ms (170 lpm), que entra en el rango programado para diagnosticar TV. Entonces el desfibrilador envía una terapia de cardioversión con 33,6 J. El ritmo en cuestión revierte y se inicia estimulación bicameral DDD. El electrograma atrial delata un ritmo atrial rápido, mayor de 300 lpm, relativamente organizado, que determina una elevada frecuencia ventricular (pero menor que la frecuencia atrial, dada la fisiología del nodo AV) que a su vez, induce a error diagnóstico y una terapia inadecuada. Este paciente no tenía historia previa de fibrilación atrial paroxística, por lo que los parámetros programables para discriminar estos episodios estaban apagados. Se procedió a programarlos y se medicó además con amiodarona por vía oral.

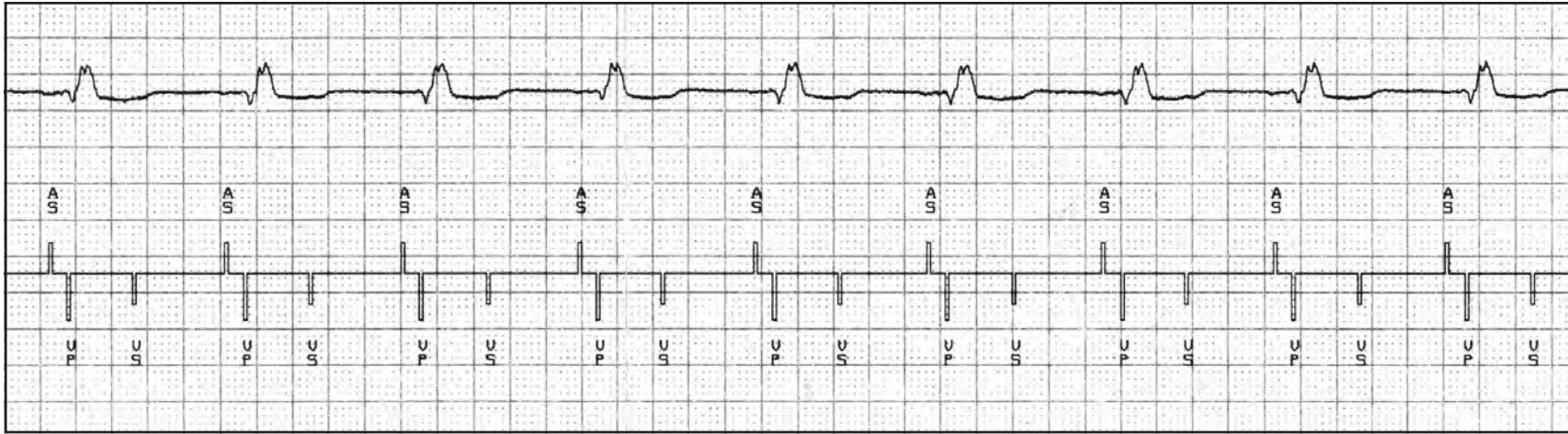








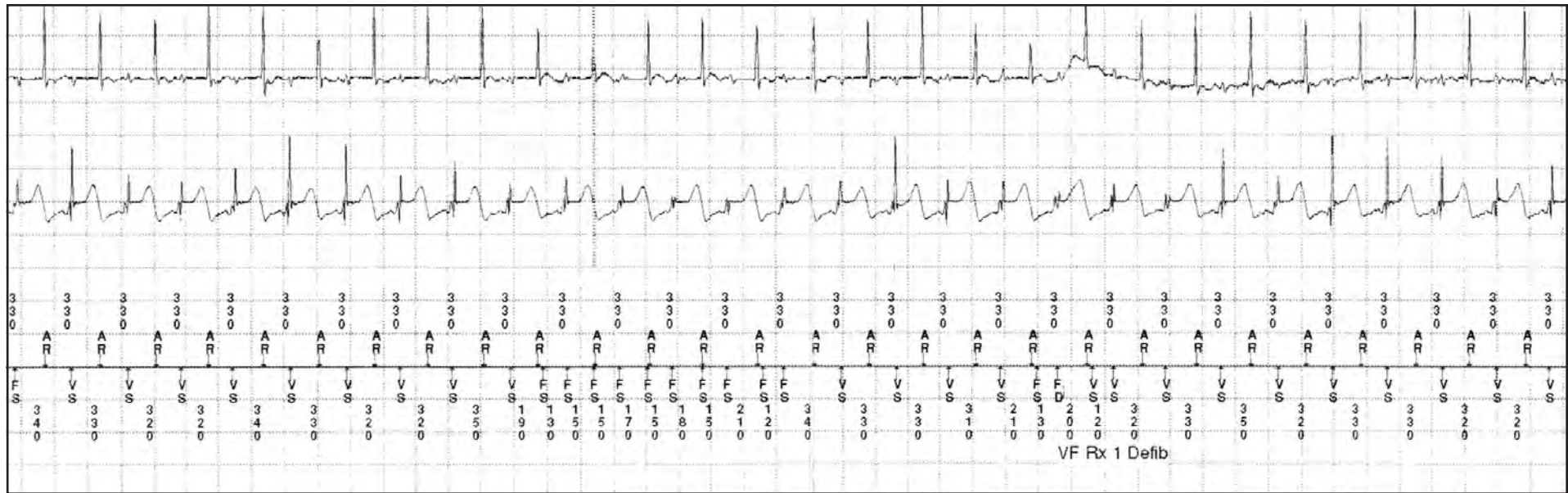
**ECG No. 185. Interferencia electromagnética.** Paciente masculino de 20 años, portador de miocardiopatía dilatada y arritmia ventricular inducible en el estudio electrofisiológico, tratado con desfibrilador tricameral. Consultó por “choque”, mientras cocinaba, sin síntomas previos. Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas, intervalos VV. El trazado se inicia con estimulación bicameral DDD, seguido de señales de alta frecuencia que son detectadas y diagnosticadas como FV (FS en el canal de marcas). Entonces se ejecuta la terapia programada para tal caso (VF Rx 1) y envía una descarga de 33,9 J. Reaparece ritmo de marcapasos en modo VAT (detección atrial, estimulación ventricular). Las señales de alta frecuencia (“interferencia electromagnética”) corresponden a corriente directa que ingresó al paciente desde el aparato electrodoméstico, lo que indujo a error diagnóstico del dispositivo. Se indicó al paciente que no use ningún artefacto doméstico sin un adecuado aislamiento.



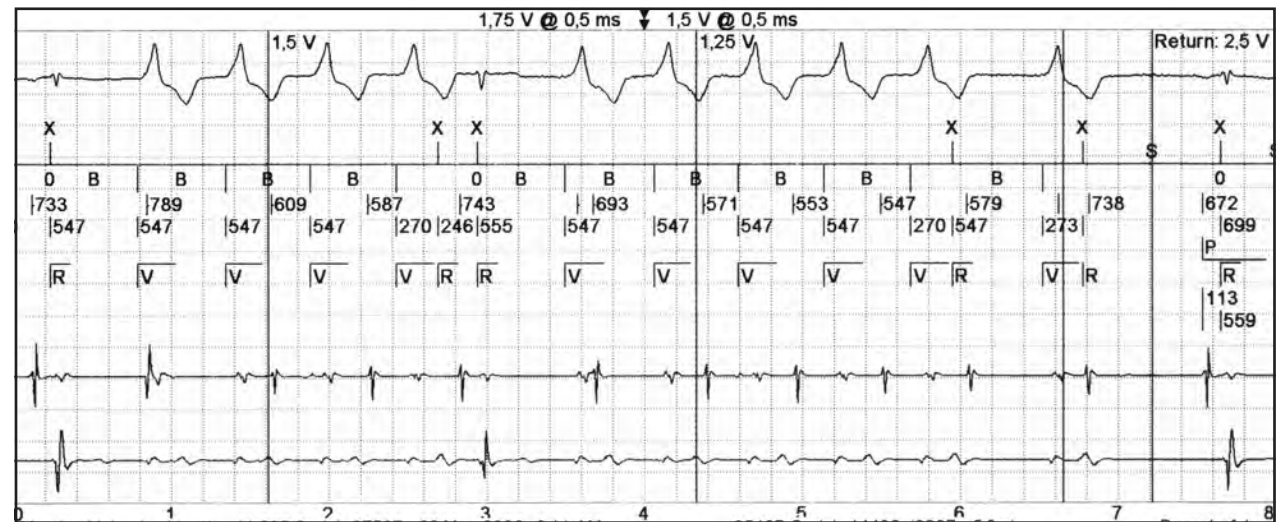
**ECG No. 186. Sobredetección de la onda T.** Paciente masculino de 72 años, portador de displasia arritmogénica del ventrículo derecho y cardiodesfibrilador bicameral. Consultó por “choque”, mientras estaba en reposo, sin síntomas previos. Arriba, derivación II de superficie y canal de marcas. Se observa doble detección de la actividad ventricular, debido a la presencia de la onda T, a pesar que en la derivación de superficie se observe de baja amplitud. La interrogación de la fecha y hora del evento (**ECG No. 187**, abajo), muestra el electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. El paciente se encontraba en ritmo sinusal (secuencia AV preservada), con contracciones prematuras ventriculares bigeminadas (complejos QRS de menor amplitud en el electrograma ventricular); en ambos casos, la onda T es sobredetectada, lo que induce un doble conteo de la actividad ventricular y por ende, frecuencias que caen en el rango programado para el diagnóstico de TV. El marcador TF indica detección de taquicardia ventricular “rápida”; FD indica que se diagnosticó FV, por lo que envía una descarga (CD) de 7,7 J. Obviamente, el paciente continúa en ritmo sinusal. Para evitar esta situación, el electrodo debe cambiarse de posición, si el problema se detecta durante el implante, o disminuirse la sensibilidad; pero esto último puede aumentar la posibilidad de no detectarse una FV y el paciente no recibir terapia cuando realmente la necesite. En algunos dispositivos, es posible programar el inicio y la pendiente del incremento progresivo de la sensibilidad, una vez que se inscribe la onda T.





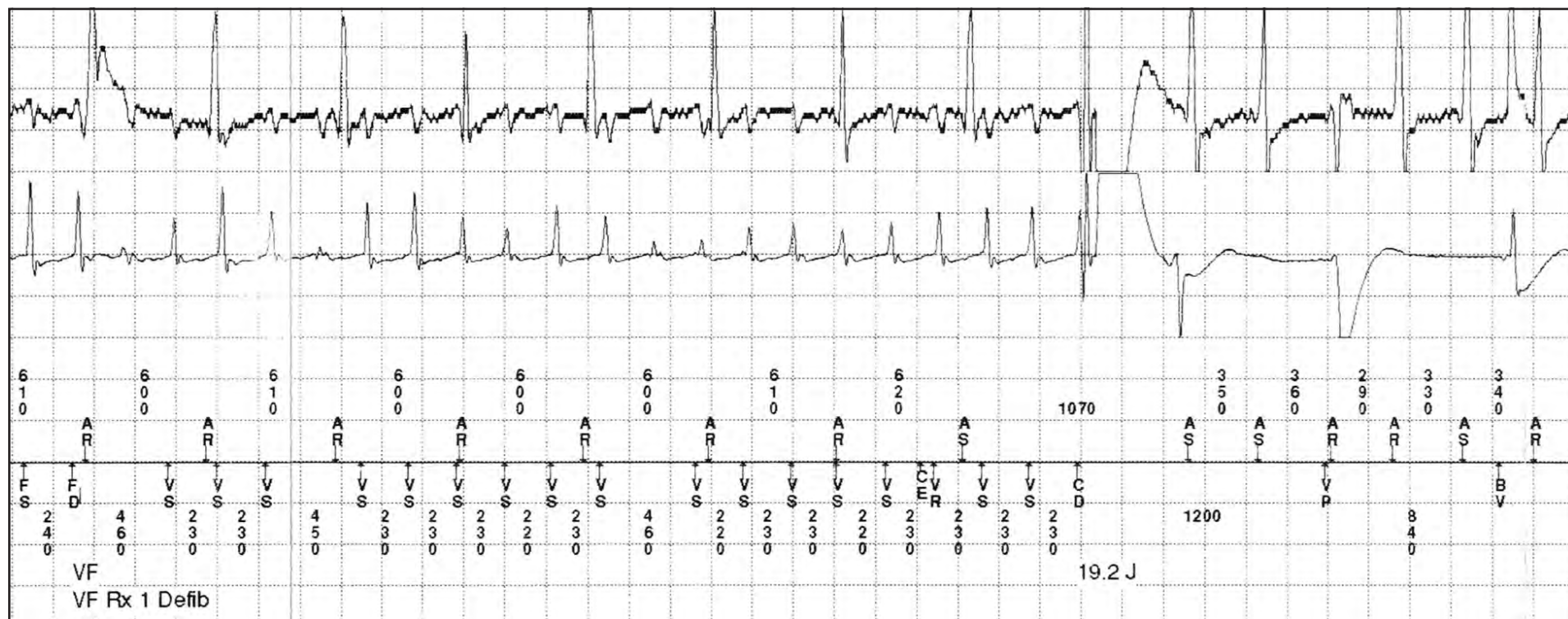


**ECG No. 188.** Paciente masculino de 72 años, portador de miocardiopatía dilatada isquémico-necrótica y cardiodesfibrilador implantable, indicado para prevención primaria de eventos arrítmicos. Durante una interrogación de rutina, el dispositivo almacenó varios eventos como el mostrado. Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas e intervalos VV. La secuencia AV preservada sugiere taquicardia sinusal (187 lpm); a esta frecuencia, la siguiente contracción atrial se inscribe durante el PVARP, por lo que es señalada con AR. En forma intermitente, la rama descendente de la onda T es detectada como actividad ventricular, lo que permite alcanzar el ciclo con el cual se diagnostica FV, señalado como FS. Hecho el diagnóstico (FD), se inicia la preparación de la terapia (VF Rx 1 Defib), pero espontáneamente deja de sobredetectarse la onda T y la terapia es abortada.

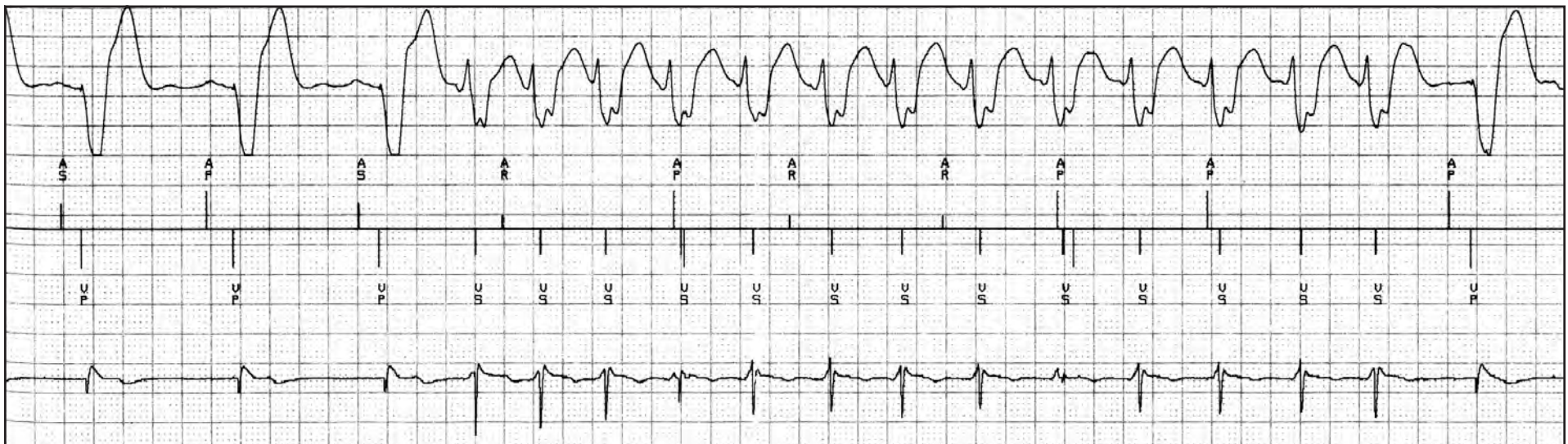
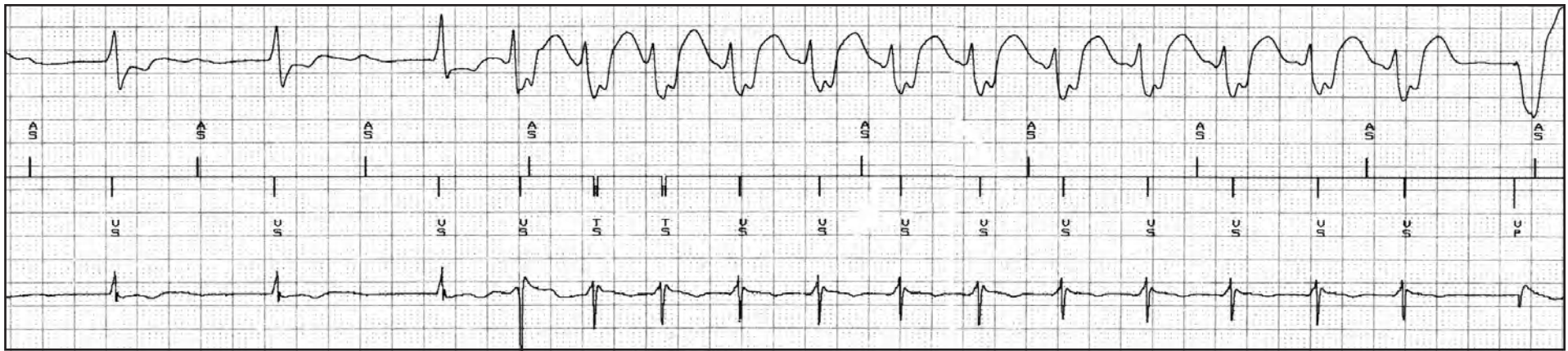


**ECG No. 189.** Paciente femenina de 45 años que presentó paro cardiorrespiratorio secundario a un evento coronario; coronariografía normal después del evento y se implantó un cardiodesfibrilador, que con 5 años de seguimiento, no ha registrado ningún evento arrítmico. Prueba de umbral del electrodo del VD. Derivación II, canal de diagnóstico, intervalos AA y VV, marcadores, electrograma atrial y ventricular. Obsérvese que solo durante algunos latidos estimulados (V), se sobredetecta la onda T (señalada con R), lo cual no ocurre durante los latidos ventriculares espontáneos. En este caso de sobredetección intermitente, se mantuvo conducta espectante, dado que ella no utiliza la estimulación ventricular en su vida diaria.

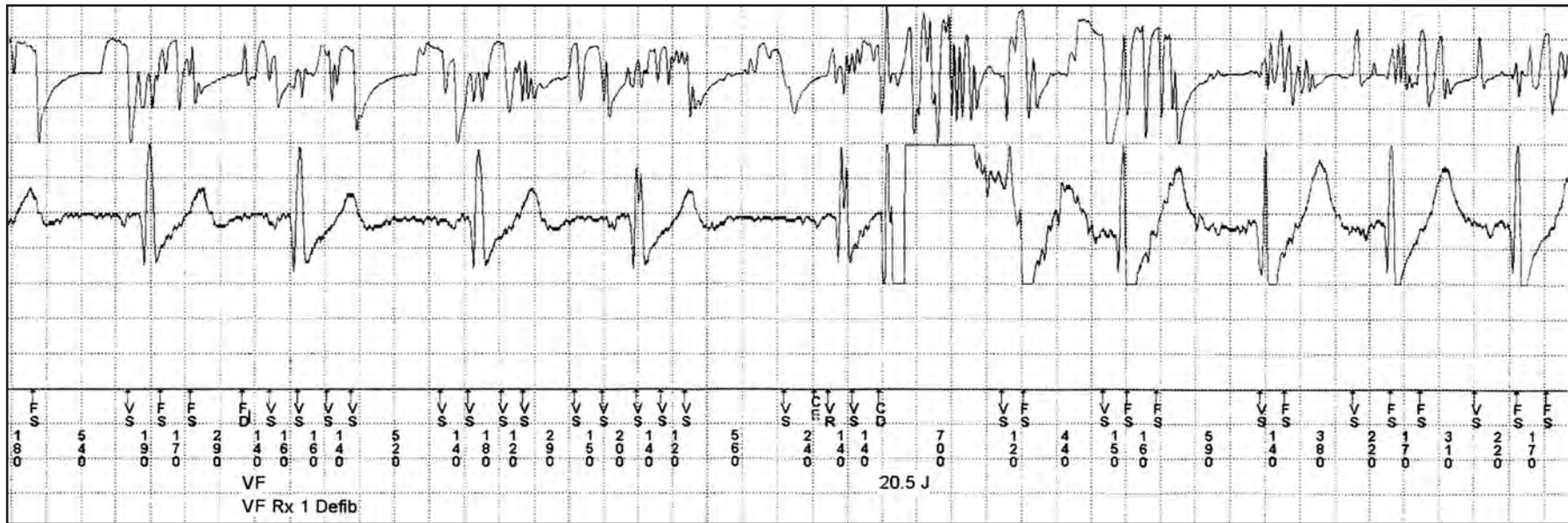




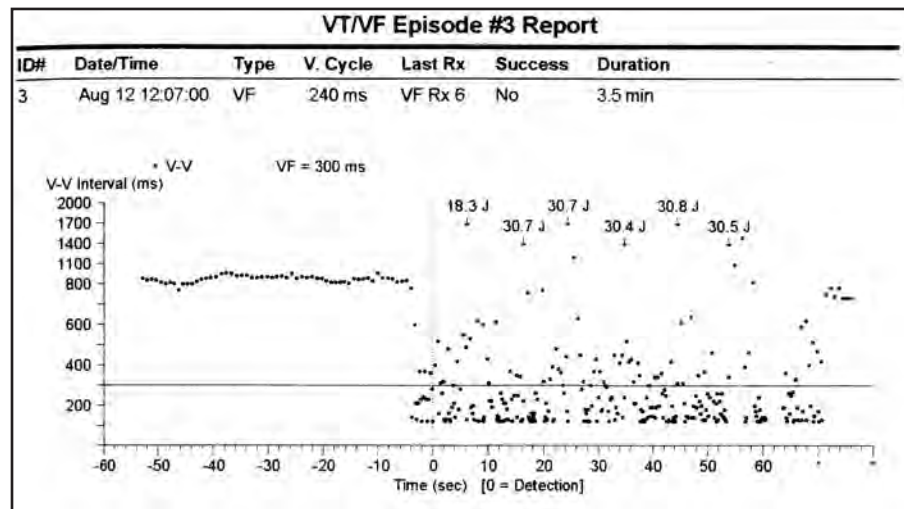
**ECG No. 191.** Cardiodesfibrilador tricameral, evento almacenado como FV. Electrograma atrial, electrograma ventricular, intervalos AA, canal de marcas, intervalos VV en ms. Se observa un ritmo rápido ventricular, de ciclo y eje variables, frecuencia promedio 250 lpm. El canal atrial muestra un ritmo regular, 100 lpm, disociado del anterior. Nótese que algunos latidos ventriculares no son detectados; el dispositivo diagnostica fibrilación ventricular (marcado como FD), inicia la carga de los capacitores y administra la energía (CD, 19,2 J), la cual es efectiva en la reversión de la FV. Aparece un ritmo atrial rápido, inicialmente a 160 lpm, cuyo ciclo va decreciendo gradualmente, lo que sugiere un origen sinusal; en el ventrículo aparece un latido ventricular estimulado (VP) seguido de latidos sinusales adecuadamente seguidos por estímulos biventriculares.



**ECG No. 192. Subdetección ventricular.** Paciente masculino de 76 años, portador de miocardiopatía dilatada no isquémica y cardiodesfibrilador implantable DDD; es hospitalizado por insuficiencia cardíaca terminal y múltiples episodios de taquicardia ventricular monomórfica la cual motivó varios choques. Arriba, derivación II de superficie, canal de marcas y electrograma ventricular. Se observa ritmo sinusal y bloqueo AV de primer grado (PR=0,48); se inicia un episodio de taquicardia ventricular la cual es adecuadamente detectada como tal, dado el inicio súbito y la frecuencia de la taquicardia, pero solo en los primeros 2 latidos; al disminuir su frecuencia espontáneamente (125 lpm), el intervalo RR de la taquicardia no entra en el rango programado para el diagnóstico de TV y el dispositivo señala el episodio como detección de actividad ventricular espontánea (VS). En parte del trazado existe una pseudorelación ventrículo-atrial 2:1, pero de hecho, la actividad atrial está disociada de la ventricular. **ECG No. 193.** abajo, el mismo paciente y las mismas derivaciones. Estimulación bicameral (modo VAT), otro episodio similar no detectado como TV (136 lpm), a pesar de la disociación AV. En ocasiones es difícil programar terapias con el desfibrilador, dado que el rango de frecuencias de la TV coincide con los rangos de frecuencia sinusal y peor aún si la relación VA es 1 a 1. Los desfibriladores tienen diferentes algoritmos que permiten su diferenciación, con un grado variable de efectividad.



**ECG No. 194. Fractura del electrodo.** Paciente portadora de cardiodesfibrilador implantable, indicado por síndrome de QT largo congénito y TV polimórfica. Consultó por aparición brusca de múltiples choques, sin síntomas previos. Se muestra uno de los eventos almacenados en dos canales endocavitarios y el canal de marcas. En el canal superior se observan señales del alta frecuencia, ajenas a la actividad ventricular propia de la paciente (adecuadamente registrada en el segundo canal), detectadas y calificadas como FV (señalado con FD) y el subsiguiente choque inadecuado, sin mayor variación del ritmo subyacente.



**Fig. 25.** Se muestra una gráfica de coordenadas de la paciente anterior; se observa una variación brusca, caótica y dispersa del intervalo RR. Estos hallazgos sugieren ruptura del filamento metálico de la bobina el cual se registra en el canal superior del ECG. No. 194. Fue necesario reemplazar el electrodo.



## Algunas preguntas habituales sobre la terapia con marcapasos

### 1. *¿Porqué no se ve la espiga?*

En la mayoría de los casos, este hallazgo frecuente se explica por una adecuada detección de las señales propias del paciente por lo cual, el marcapasos permanece inhibido. Puede ocurrir también cuando las espigas son muy pequeñas; en este caso los complejos QRS son anchos y la frecuencia de cardíaca es la programada en el marcapasos.

### 2. *¿Porqué se observan más espigas de lo esperado?*

En la mayoría de los casos, se debe a artefactos que el electrocardiograma inscribe pero que no son señales propias del paciente ni del marcapasos. Debe observarse con cuidado cuáles corresponden a señales reales y cuantificar la frecuencia de estimulación, que tiene que ser la programada. Los marcapasos con respuesta en frecuencia mostrarán frecuencias elevadas de estimulación en relación a la actividad física que el paciente realice.

Patológicamente, en los casos de fibrilación atrial o de taquicardia atrial, aparecen frecuencias ventriculares elevadas, ya que, en modo DDD, todas las contracciones atriales detectadas serán seguidas de espigas ventriculares; la frecuencia máxima será la máxima frecuencia de seguimiento programada; esta situación se revierte programando el cambio automático de modo.

Si el marcapasos detecta contracciones atriales retrógradas que se originan en los latidos ventriculares estimulados, les dará seguimiento ventricular en forma

repetida, generando una taquicardia mediada por marcapasos. Este fenómeno se previene programando el período refractario atrial postventricular, suficiente como para que no sean detectadas dichas contracciones atriales retrógradas

### 3. *¿Porqué aparecen menos espigas de lo esperado?*

En la mayoría de los casos, se da normalmente por adecuada detección de fenómenos que son poco aparentes, como por ejemplo, CPV de bajo voltaje. Anormalmente, se puede observar bradicardia por sobredetección de señales propias o externas que inhiben anormalmente al marcapasos. La frecuencia de estimulación decrece a medida que la batería se va agotando. Por tal motivo, superada una determinada resistencia de la batería, el programador muestra un indicador de reemplazo electivo del generador, para prevenir bradicardia.

### 4. *¿Porqué las espigas no son seguidas de ondas P o de complejos QRS?*

En la mayoría de los casos, por falla de captura atrial o ventricular. A su vez, esta puede deberse a desplazamiento del electrodo, polarización de la punta del electrodo, exceso de tejido fibroso de cicatrización (bloqueo de salida) y rara vez, por disociación electromecánica.

### 5. *¿Porqué el paciente continua con bradicardia, a pesar de tener un marcapasos?*

En la mayoría de los casos, por adecuada detección de fenómenos propios del paciente, usualmente, CPV bigeminadas; las cuales, no se auscultan ni se palpan en el pulso arterial, pero sí determinan un potencial que inhibe al dispositivo, a pesar de tener un volumen sistólico. Por otro lado, si se ha programado una función que respete la actividad sinusal (histéresis), la frecuencia obtenida será la propia del paciente, por encima del valor programado. Anormalmente, se puede observar bradicardia por sobredetección de señales propias o externas que inhiben anormalmente al marcapasos.

### 6. *¿Porqué el paciente está persistentemente taquicárdico?*

La causa más común es la presencia de una taquiarritmia –como por ejemplo, fibrilación atrial– que coexiste con la bradicardia que fue la indicación del implante. En este caso, debe combinarse la terapia con marcapasos con el uso de fármacos antiarrítmicos. En algunos pacientes, la respuesta en frecuencia está inadecuadamente programada y el paciente se presenta con frecuencias estimuladas elevadas, aunque usualmente menores de 100 lpm.

### 7. *¿Porqué el paciente tiene episodios de síncope, a pesar de tener un marcapasos?*

En la mayoría de los casos, el marcapasos es normofuncionante. En los pacientes mayores son muy prevalentes otras condiciones que producen síncope, tales como la hipersensibilidad del seno carotídeo hipotensiva y la hipotensión ortostática, la cual a su vez es

causada por los fármacos antihipertensivos y antiisquémicos que habitualmente utilizan; también es frecuente la causa vestibular (presbiastasis). En estos pacientes portadores de cardiopatías crónicas, también es muy importante considerar la presencia de episodios autolimitados de taquiarritmia ventricular ya que en tal caso, deberá considerarse terapia con cardiodesfibrilador. En personas jóvenes, debe valorarse otras causas como síncope neurocardiogénico de tipo vasodepresor, o menos frecuentemente, síndrome convulsivo.

8. *¿Porqué se observa más de una morfología estimulada?*

Normalmente, porque los latidos estimulados se fusionan en grado variable con los latidos propios del paciente. En pacientes con sincronizador, se debe a la prevalencia de unos de los sitios de estimulación o a captura intermitente de unos de los 2 electrodos.

9. *¿Los artefactos electrodomésticos afectan el funcionamiento de los marcapasos?*

El tener un marcapasos no contraindica el uso de teléfonos celulares, hornos de microondas y artefactos electrodomésticos en general. Se ha descrito cierta interferencia con los dispositivos portátiles reproductores de sonido, pero solo cuando se aplican directamente sobre el marcapasos. Procedimientos médicos como resonancia magnética nuclear, litotripsia y el uso de electrobisturí requieren ciertas precauciones y establecer el riesgo beneficio según cada caso. A nivel industrial, fuentes de alto voltaje (arcos voltaicos) o electromagnéticas deben evitarse, en especial, en los pacientes con cardiodesfibrilador implantable.

10. *¿Se puede indicar ejercicio teniendo un marcapasos implantado?*

Absolutamente sí. Solo se contraindica ejercicio violento o brusco que pueda implicar riesgo de trauma sobre el dispositivo.



## GLOSARIO

- Antitachycardia pacing.* Estimulación antitaquicardia.
- Atrium.* Atrio.
- Atrial high rate.* Frecuencia atrial elevada.
- Atrial pacing.* Estimulación atrial.
- Atrial refractory period.* Período refractario atrial.
- Atrioventricular delay.* Retardo (o intervalo) atrioventricular.
- Battery.* Batería.
- Burst.* Salva o ráfaga.
- Can.* Caja, coraza o carcasa.
- Capture.* Captura.
- Cardioversion.* Cardioversión.
- Charge.* Carga.
- Coil.* Bobina.
- De brillation.* Desfibrilación.
- Electrode.* Electrodo.
- Entrainment.* Encarrilamiento.
- Impedance.* Impedancia.
- Lead.* Derivación electrocardiográfica.
- Lower rate limit.* Frecuencia cardiaca mínima.
- Mode Switch.* Cambio de modo.
- Oversensing.* Sobredetección.
- Output.* Voltaje de salida.
- Paced atrioventricular delay.* Retardo atrioventricular estimulado.
- Pacemaker mediated tachycardia.* Taquicardia mediada por marcapasos.
- Postventricular refractory period.* Período refractario atrial postventricular.
- Postventricular atrial blanking.* Período de ceguera atrial postventricular.
- Pulse width.* Ancho de pulso.
- Ramp.* Rampa.
- Rate response.* Respuesta en frecuencia.
- Rate smoothing.* Regularización de la frecuencia cardiaca.
- Resynchronisation therapy.* Terapia de resincronización.
- Sense.* Detección.
- Sensed atrioventricular delay.* Retardo atrioventricular detectado.
- Sensing circuit.* Circuito de detección.
- Shock.* Choque eléctrico.
- Spike.* Espiga.
- reshold.* Umbral.
- Tracking.* Seguimiento.
- Trigger.* Activador, gatillo.
- Undersensing.* Subdetección.
- Upper rate limit.* Frecuencia cardiaca máxima.
- Upper tracking limit.* Límite máximo de seguimiento.
- Ventricle.* Ventrículo.
- Ventricular blanking.* Período de ceguera ventricular.
- Ventricular high rate.* Frecuencia ventricular elevada.
- Ventricular pacing.* Estimulación ventricular.
- Ventricular refractory period.* Período refractario ventricular.



## Acerca del autor

El doctor Oswaldo Gutiérrez Sotelo nació en Lima, Perú, cursó sus estudios en el Colegio Jesuita de la Inmaculada y en 1990 se graduó como médico cirujano en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. En 1993 se graduó como cardiólogo en el Instituto de Cardiología y Cirugía de la Fundación Favalaro en Buenos Aires, República Argentina y hasta 1995 recibió entrenamiento en electrofisiología cardíaca en esa Institución y en el Hospital General de Agudos “Dr. Cosme Argerich”. En 1996 inició esta disciplina en Perú y desde 1998 en Costa Rica. Actualmente, es profesor de Medicina de la Universidad de Costa Rica, de la Universidad de Ciencias Médicas y labora en el servicio de Arritmias y Electrofisiología del Hospital “Dr. Rafael A. Calderón Guardia” y del Hospital Clínica Bíblica, en San José. El Dr. Gutiérrez ha publicado varios trabajos de su especialidad en Argentina, Perú, Colombia y Costa Rica. Es autor de los libros Manual de arritmias cardíacas, Principios de fisiopatología cardiorrespiratoria y Atlas de electrocardiografía. Es miembro del Comité Editorial de la Revista Costarricense de Cardiología, de la Revista Latinoamericana de Marcapasos y Arritmias (RELAMPA), de la Revista Iberoamericana de Arritmología (RIA) y es integrante del grupo de Editores de Revistas Latinoamericanas de Cardiología.

