

DISPOSITIVOS CARDIACOS ELECTRÓNICOS IMPLANTABLES: LO QUE UN RADIOLOGO GENERAL DEBE SABER.

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: Rodrigo Blanco Hernández, **Sara Higuero Hernando**, Javier Chimeno García, Cecilia Santos Monton, Manuel Ángel Martín Pérez, José Marin Balbin

Objetivos Docentes

- Conocer los distintos tipos de dispositivos cardíacos electrónicos implantables.
- Conocer cuál es su posición normal.
- Conocer las posibles complicaciones.

Revisión del tema

Introducción.

En España se consumen anualmente más de 40.000 generadores de marcapasos (MP) y desfibriladores implantables (DAI), por lo que es habitual encontrarnos con paciente portadores de dichos dispositivos que en muchos casos no aportan información sobre éstos.

Es fundamental para cualquier radiólogo identificar los distintos dispositivos cardiacos electrónicos implantables (DECI). La radiología convencional (RC) aporta mucha información, nos permite conocer los componentes de cada dispositivo y su disposición normal, el logotipo de los fabricantes e información codificada en siglas, además de detectar diversas complicaciones tanto agudas tras la implantación como tardías en el control y seguimiento del dispositivo. Pero también pueden plantearse situaciones de urgencia en las que sea necesario realizar una tomografía computarizada (TC) para descartar complicaciones en las que la radiografía de tórax pueda plantear dudas.

Tipos de dispositivo y componentes.

La radiografía de tórax es la técnica de elección en el estudio inicial de un marcapasos, mediante esta técnica podemos observar la situación de los distintos componentes del marcapasos: el generador de impulsos, los cables y los electrodos en su porción distal. (Fig. 1).

En el generador podemos identificar la forma de la carcasa, su contenido (circuitos, batería y condensadores en el caso de un DAI) y la conexión con los cables (Fig. 2). Habitualmente en una proyección posteroanterior (PA) el generador se localiza en la región infraclavicular (Fig. 3), aunque también puede estar situado en el abdomen en caso de marcapasos epicárdicos. En el generador también podemos identificar el logotipo del fabricante del DECI (Fig. 4) y sus características codificadas por siglas y figuras (Fig. 5 A. Símbolos radiopacos en el sistema de Medtronic EnRhythm

MRI SureScan, 1. Situación de la placa radiopaca del dispositivo, 2. Marcador que identifica el dispositivo como RM condicional, 3. Aspecto del terminal de un cable protegido frente a RM. B. Marcador radiopaco de dispositivo EnRhythm, 1. Marcador que identifica el dispositivo como RM condicional, 2. Identificador específico del dispositivo SureScan de primera generación, 3. Logotipo de Medtronic. C. Marcador radiopaco de dispositivo EnRhythm, 1. Marcador que identifica el dispositivo como RM condicional, 2. Identificador específico del dispositivo SureScan de segunda generación, 3. Logotipo de Medtronic. D. Símbolos radiopacos de dispositivo Biotronik, 1. Marcador radiopaco del dispositivo, 2. Identificador específico del dispositivo en este caso "San Francisco", 3. Logotipo de Biotronik. E. Símbolos radiopacos de dispositivo St. Jude Medical, 1. Logotipo de St. Jude Medical, 2. Marcador que identifica el dispositivo como RM condicional).

En la radiografía de tórax también valoramos los cables: su número, posición, polaridad, sistema de fijación y tipo de terminales de conexión. En cuanto a la posición, el electrodo puede estar localizado en la aurícula derecha (en la zona de la orejuela generalmente), en el ventrículo derecho (es su posición clásica que es el ápex o en el septo interventricular) o en el ventrículo izquierdo (en posición epicárdica a través del seno coronario, en una vena posterolateral) (Fig. 6 y 7).

En la radiografía de tórax también podemos valorar el extremo distal del cable, pudiendo distinguir entre cable monopolar (un solo electrodo en el extremo), bipolar (dos electrodos, uno distal y otro más proximal con morfología en anillo) o cuadripolar en el caso de algunos cables del ventrículo izquierdo. También es importante identificar si se trata de cables de fijación pasiva o activa (aspecto de sacacorchos).

Según la posición de los electrodos podemos clasificarlos DECI en: unicamerales, bicamerales o tricamerales. Según su funcionamiento podemos distinguir distintos tipos de dispositivos, su descripción se basa en tres letras: la primera letra se refiere a la cámara que estimula, la segunda a la cámara que detecta y la tercera la respuesta que produce al detectar un evento (Fig. 15). De esta manera disponemos de:

- MP AAI: Consistente en un único electrodo en aurícula derecha (unicameral). Se empleaba en enfermedad del nodo sinusal y sus principales objetivos son aumentar la frecuencia cardíaca y promover la estabilidad eléctrica auricular permitiendo una actividad normal de la secuencia ventricular. Suponen el 1%. (Fig. 8).
- MP VVI: Consiste en un único electrodo en ventrículo derecho (unicameral). Se emplea en el caso de bradicardia ventricular, por bloqueo aurículo-ventricular generalmente, en un paciente sin actividad auricular efectiva (fibrilación auricular). Suponen el 39,1%. (Fig. 9).
- MP DDD: Consiste en dos electrodos, uno en aurícula y otro en ventrículo derecho (bicameral); Es el que más se implanta en la actualidad, tanto en pacientes con disfunción del nódulo sinusal como en pacientes con bloqueo aurículo-ventricular en ritmo sinusal. Suponen el 45,8%. (Fig. 10).
- MP RSC (Biventricular para resincronización cardíaca): Consiste en tres electrodos situados en aurícula derecha, ventrículo derecho y ventrículo izquierdo vía seno coronario (tricameral) (Fig. 11). Aunque es menos frecuente, en pacientes con fibrilación auricular permanente es posible encontrar marcapasos para estimulación biventricular con ausencia de electrodo en aurícula, identificando un electrodo en ventrículo derecho y otro en ventrículo izquierdo
- VDD: Consiste en un cable único pero bifurcado en Y en su porción proximal y el conector es doble, visualizando un cable único con la presencia de dos electrodos en anillo a nivel de su trayecto auricular y uno o dos electrodos en su porción distal en el ventrículo derecho. El bipolo auricular que detecta la actividad auricular pero no es capaz de estimularla. La emisión de impulsos ocurre cada vez que detecta un evento auricular, manteniendo la secuencia aurículo-ventricular (Fig. 12). Suponen el 14,1%.
- DAI: Se trata de dispositivos de alta energía con capacidad de terapia de desfibrilación. Se diferencia de los marcapasos por la presencia de una o dos bobinas en el ventrículo derecho y una imagen de alta densidad en el interior de la carcasa del generador al lado de la batería que corresponde al condensador. En estos casos también pueden ser unicamerales, y bicamerales o tricamerales (Fig.13). Están indicados en pacientes con alto riesgo de muerte súbita por arritmia ventricular.

Otros dispositivos:

- Registrador de eventos implantable o holter insertable: consiste en un dispositivo de forma cuadrangular que no dispone de cables, situado habitualmente en el plano anterior del tórax en posición paraesternal.
- Marcapasos externo.
- Nuevos marcapasos sin cables: En el momento actual se están empezando a implantar marcapasos sin cables, donde todo el sistema (batería, sistema informático y electrodo) van alojados en un único dispositivo en el endocardio del ventrículo derecho. De momento sólo existen en modo VVI (Fig. 14).

Complicaciones.

Tras el implante del dispositivo es imprescindible realizar al menos una radiografía de tórax PA, para confirmar la adecuada posición radiológica de los cables y descartar complicaciones inmediatas. Es aconsejable realizar controles periódicos para el seguimiento del dispositivo dado que pueden existir complicaciones tardías.

A continuación se explican las principales complicaciones tanto agudas como crónicas que pueden existir:

1. Complicaciones inmediatas tras la colocación del dispositivo.

1.1. Perforación miocárdica.

Es rara (0,4-1%), pero potencialmente grave. Aumentan el riesgo de perforación el uso de corticoides los días previos al procedimiento, un índice masa corporal menor a 20, largos tiempos de escopia y la edad avanzada y los electrodos de fijación activa o marcapasos temporales. En la radiografía de tórax podemos identificar una posición atípica de electrodo. Sin embargo, en ocasiones es difícil valorar con la radiografía si la punta del electrodo ha sobrepasado el miocardio, en esos casos puede ser útil la realización de una TC torácica (Fig. 16).

Secundariamente a la perforación miocárdica puede producirse derrame pleural o pericárdico, pericarditis, taponamiento cardíaco o estimulación extracardiaca.

En el caso que presentamos (Fig. 16) a la paciente se le realiza una radiografía de tórax PA (A) y lateral (B) donde se puede visualizar el electrodo normoposicionado. A las 48 horas se repite la radiografía ante la sospecha de perforación miocárdica, en la proyección PA (C) el electrodo permanece aparentemente normoposicionado, sin embargo en la proyección lateral (D) se evidencia una progresión y verticalización del mismo. Se realiza una TC de tórax para comprobar la situación del electrodo, en el topograma (E) ya es posible visualizar la alteración en la posición de electrodo. En los cortes axiales (H e I) y reconstrucciones coronales (F y G) se visualiza el electrodo en músculos intercostales, con lo que se confirma la sospecha de perforación miocárdica.

1.2. Neumotórax / hemotórax.

Es poco frecuente (0,5-1%) y puede producirse durante la implantación o tras 48 horas de ésta. Suele ser una complicación derivada de la punción percutánea de la vena subclavia. Hay que tener en cuenta que también puede existir neumotórax contralateral secundario a la perforación pleural por manejos de la guía o cables de fijación activa.

La existencia de enfisema subcutáneo suele ser debido a perforación pleural, por lo tanto si se detecta sin evidenciar neumotórax en la radiografía es aconsejable realizar una TC para su confirmación.

Puede existir también neumomediastino, asociado o no a neumotórax. El hemotórax suele deberse a la punción o laceración de la arteria subclavia o a perforación de vena subclavia.

2. Complicaciones tardías.

2.1. Fracturas del conductor.

Es la complicación crónica más frecuente (1-4%). Son secundarios a fatiga de los materiales o fenómenos de compresión mecánica. (Fig. 17).

En ocasiones se identifican cables abandonados o fragmentos de los mismos, lo que es importante porque su presencia limita la realización de resonancia magnética aunque el sistema de estimulación funcionando sea apto para ello (Fig. 18).

2.2. Cambios en la disposición de generador.

El síndrome de Twiddler consiste en la rotación del generador por su eje axial, lo que provoca la torsión del cable que puede llegar a fracturar o desplazar el electrodo, provocando la disfunción del dispositivo. Su prevalencia es baja (0,07%). (Fig. 19).

Si el generador gira en su eje transversal se denomina síndrome de reel, ocasionando un enrollamiento (reel) de los cables alrededor del generador.

2.3. Mala colocación en la conexión del cable al generador (Fig. 20).

Los defectos de conexión entre el cable y el generador suelen deberse a escasa progresión del cable en el conector o por dejar poco apretado el tornillo del electrodo distal. Ambas situaciones pueden ser visibles al inspeccionar detenidamente la conexión, además se suele acompañar de una disfunción del sistema de estimulación.

2.4. Cambios en la posición de la punta del electrodo (Fig. 21).

Las posiciones óptimas ya han sido referidas en el apartado anterior (Fig. 6 y 7), aunque puede existir una leve mallocalización si los potenciales adquiridos son buenos. Durante los controles y seguimientos es fundamental compararlos con radiografías previas para valorar cambios de posición de los electrodos en el caso de sospecha de migración. En muchas ocasiones no es posible apreciar un claro desplazamiento de los cables, aunque los parámetros eléctricos del dispositivo así lo sugieren. En ese caso se interpreta como una microdislocación del electrodo.

2.5. Otras complicaciones asociadas.

Otras complicaciones que pueden aparecer en el seguimiento de los DECI son por ejemplo endocarditis o trombosis venosa. El papel del radiólogo en estos casos es similar a los no asociados a DECI.

Imágenes en esta sección:

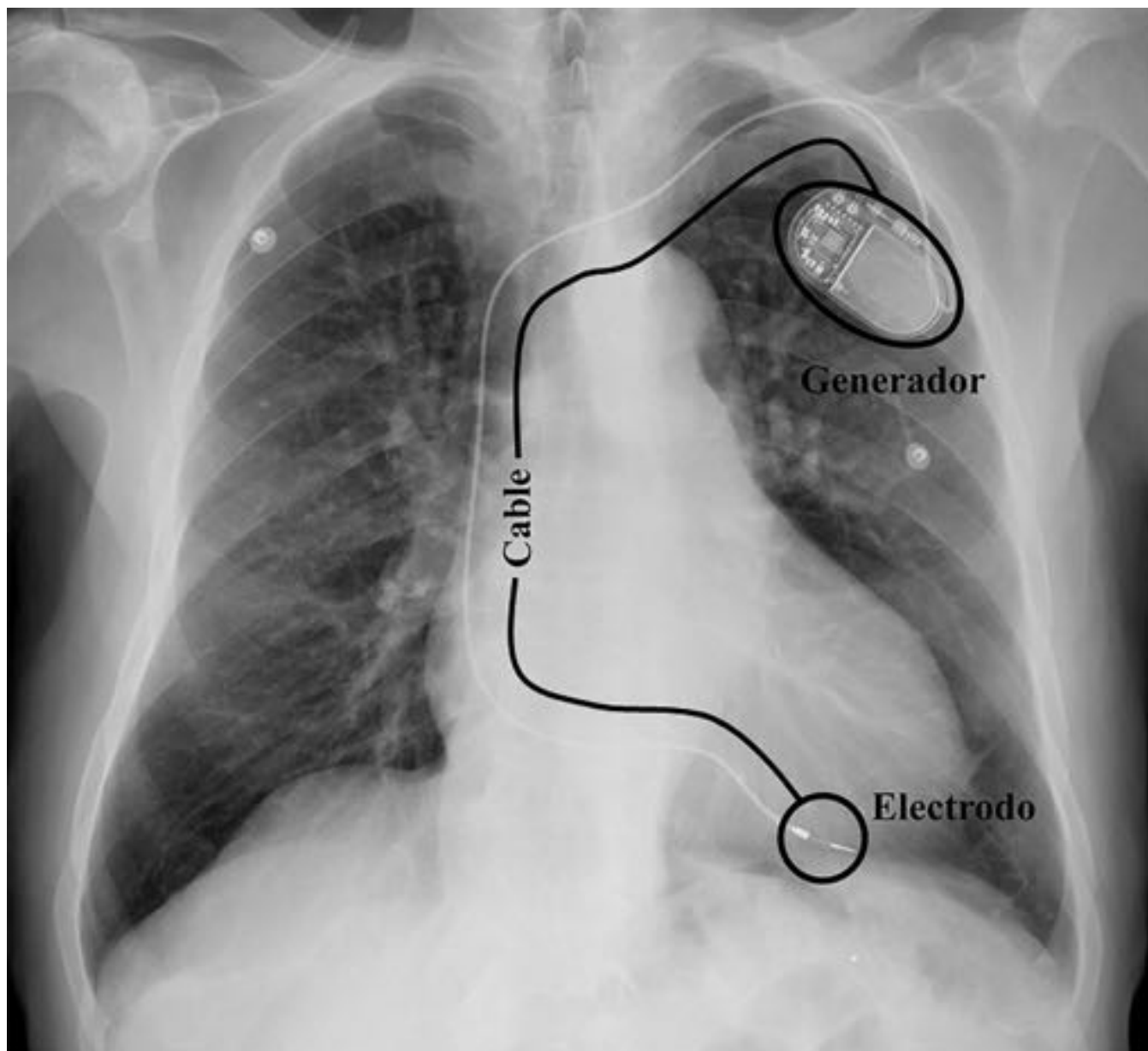


Fig. 1: Componentes de un marcapasos.

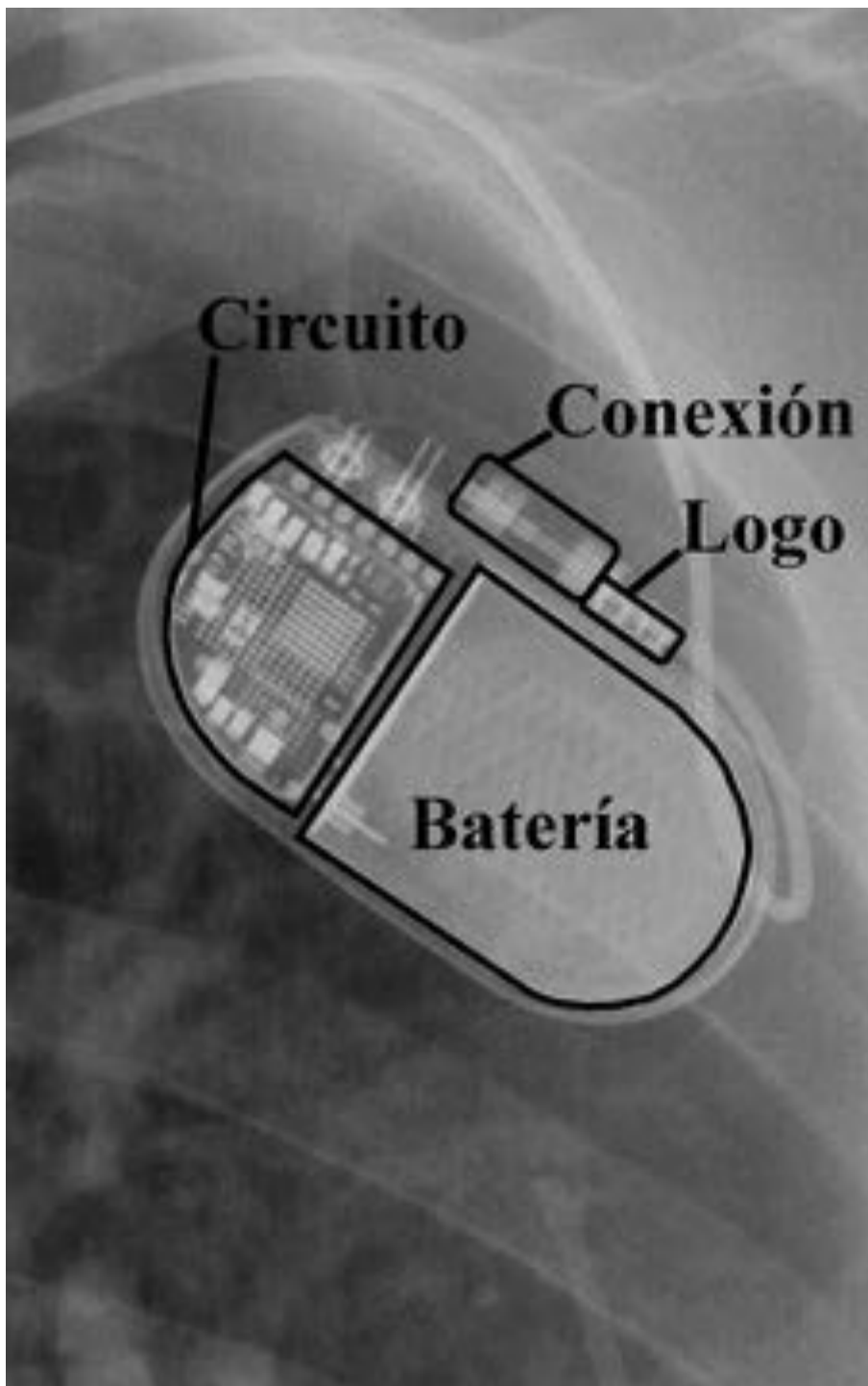
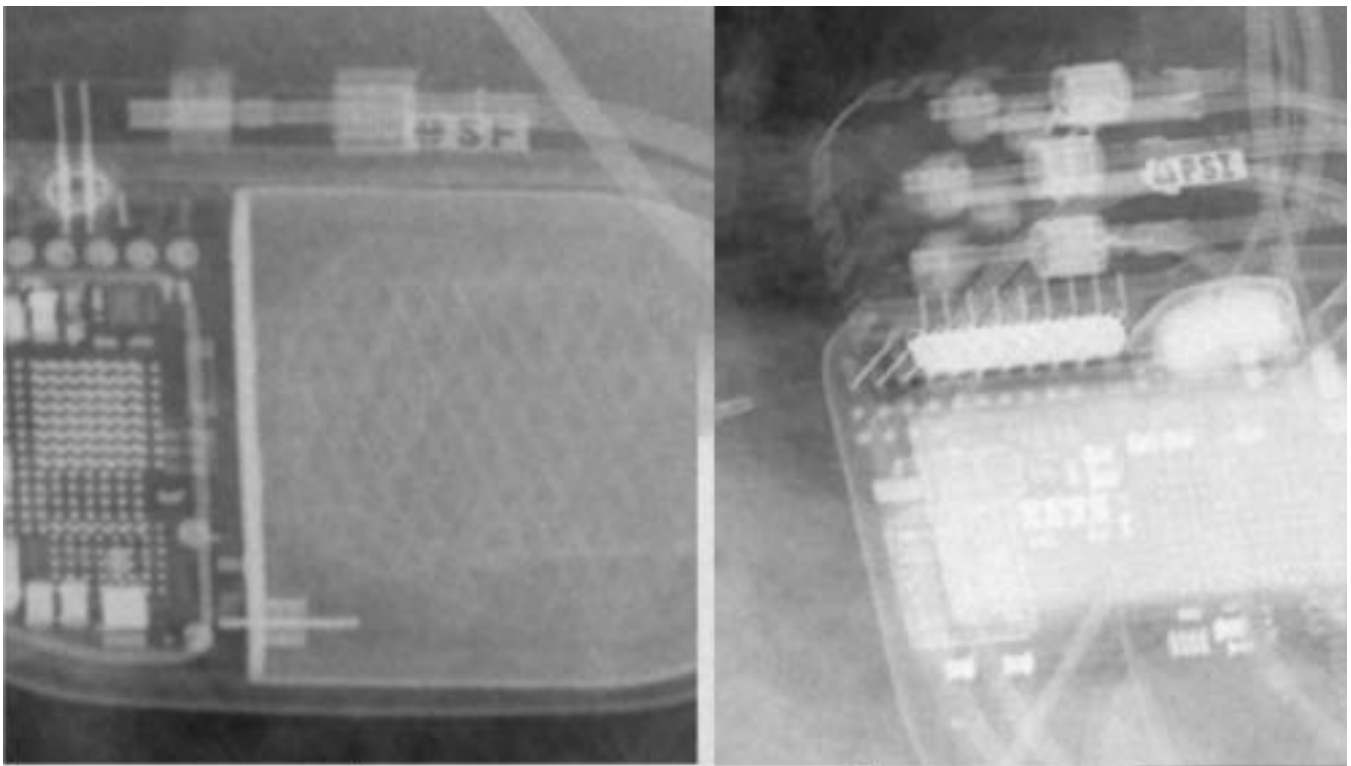



Fig. 2: Componentes de un generador de marcapasos.



Fig. 3: Localización habitual de marcapasos.



	Biotronik
	Boston Scientific
	Medtronic
	St Jude Medical
	Sorin-Ela
	Vitatron

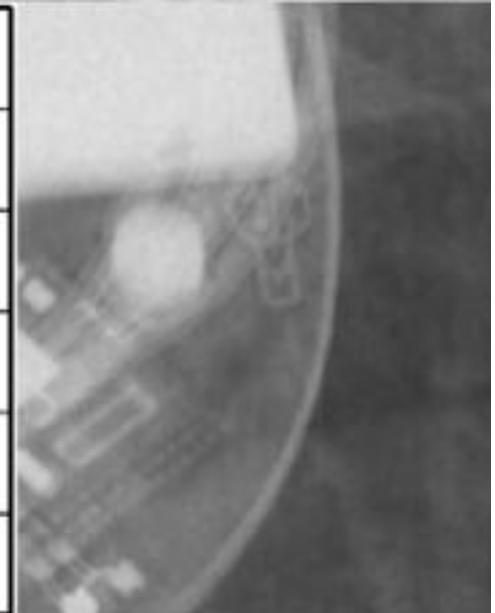
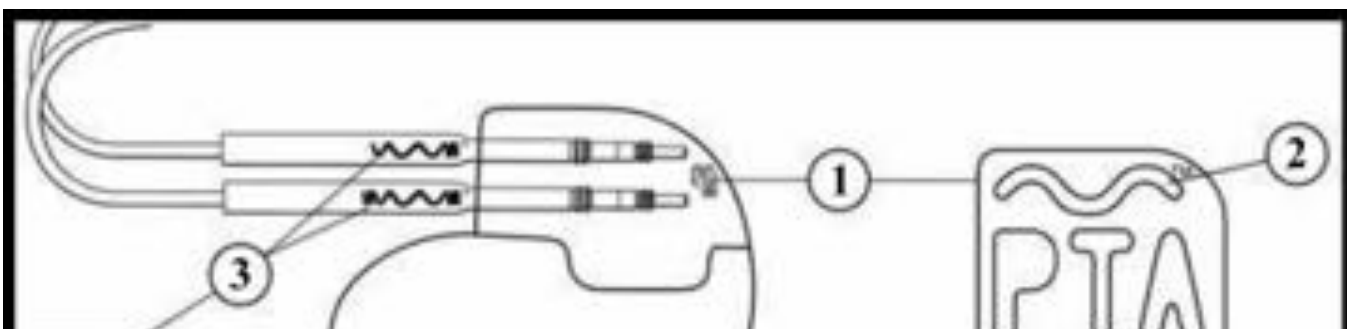


Fig. 4: Logotipos de los principales fabricantes de DECI.



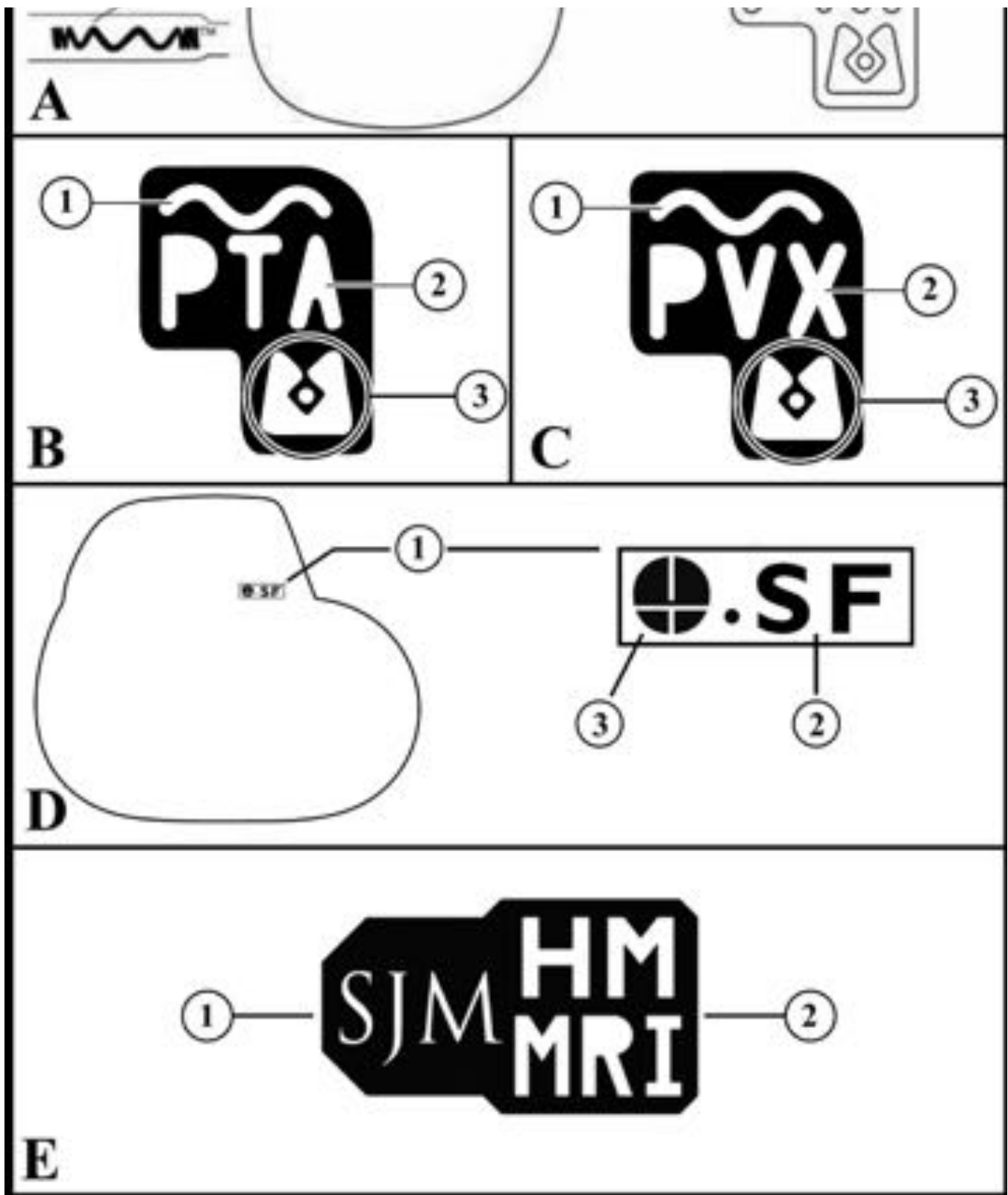


Fig. 5: Codificación por siglas y figuras de las características de los principales fabricantes de DECI. (ver descripción en sección tipos de dispositivos y componentes)

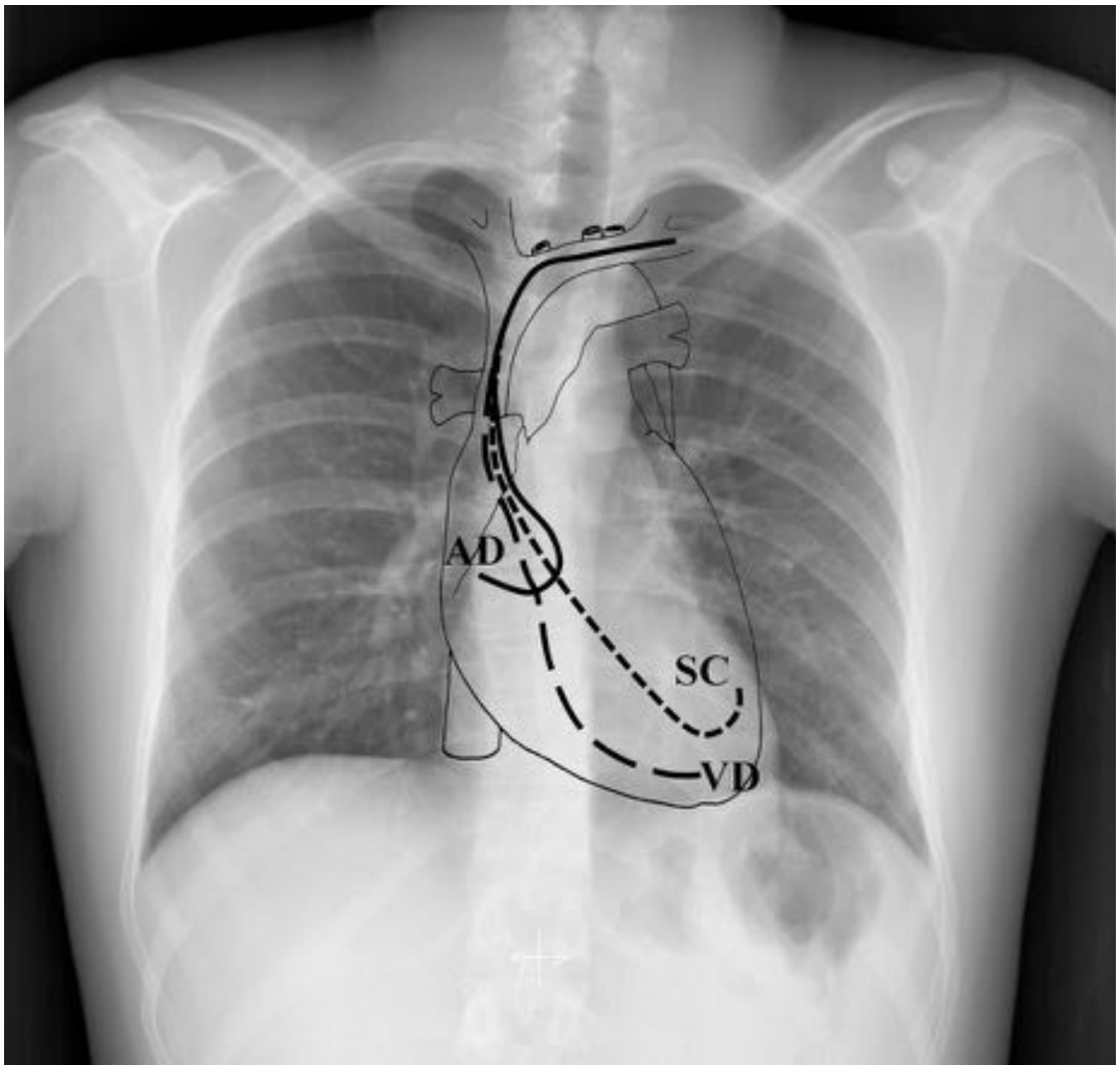


Fig. 6: Normoposición de electrodos en proyección PA de radiografía de tórax.

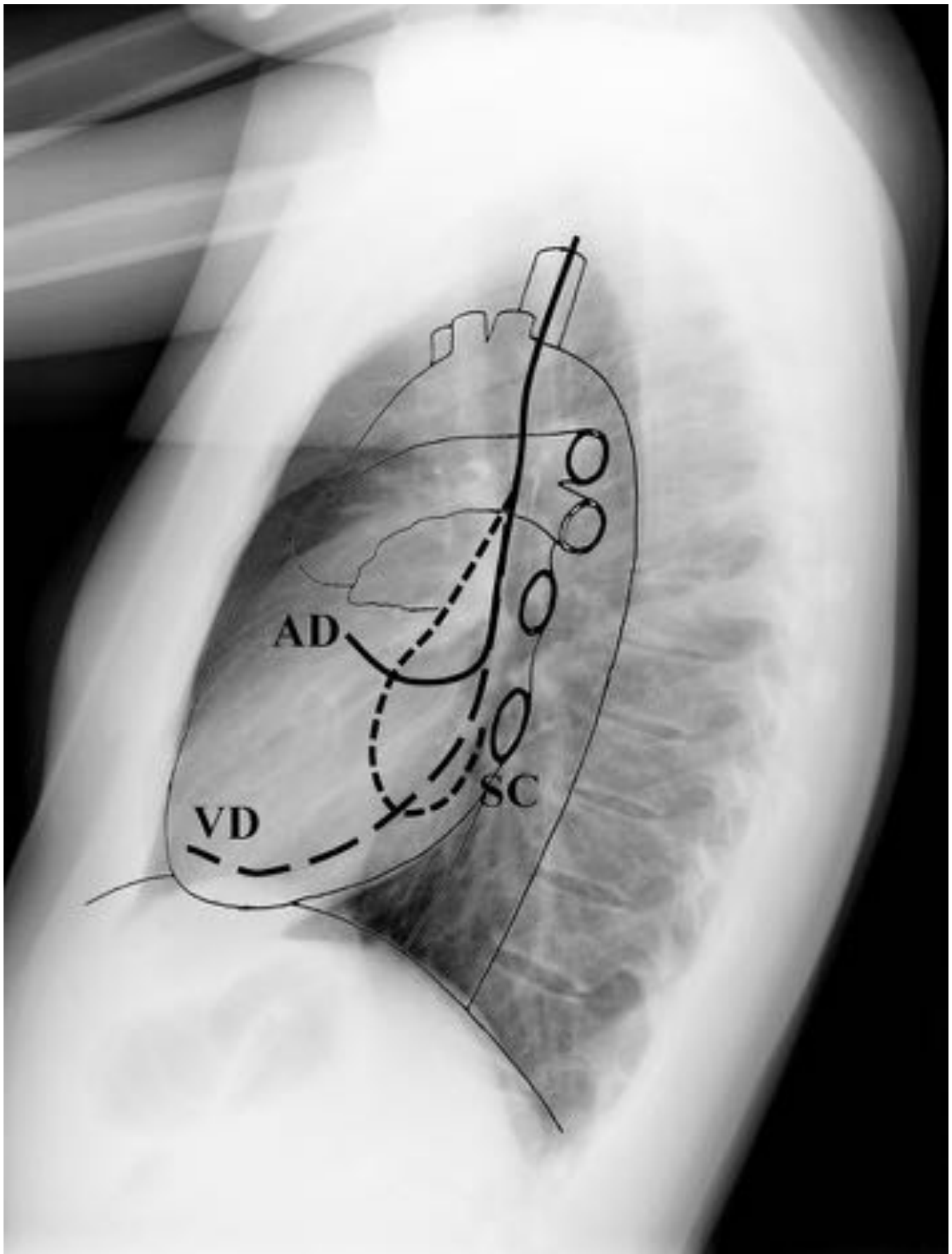


Fig. 7: Normoposición de electrodos en proyección PA de radiografía de tórax.

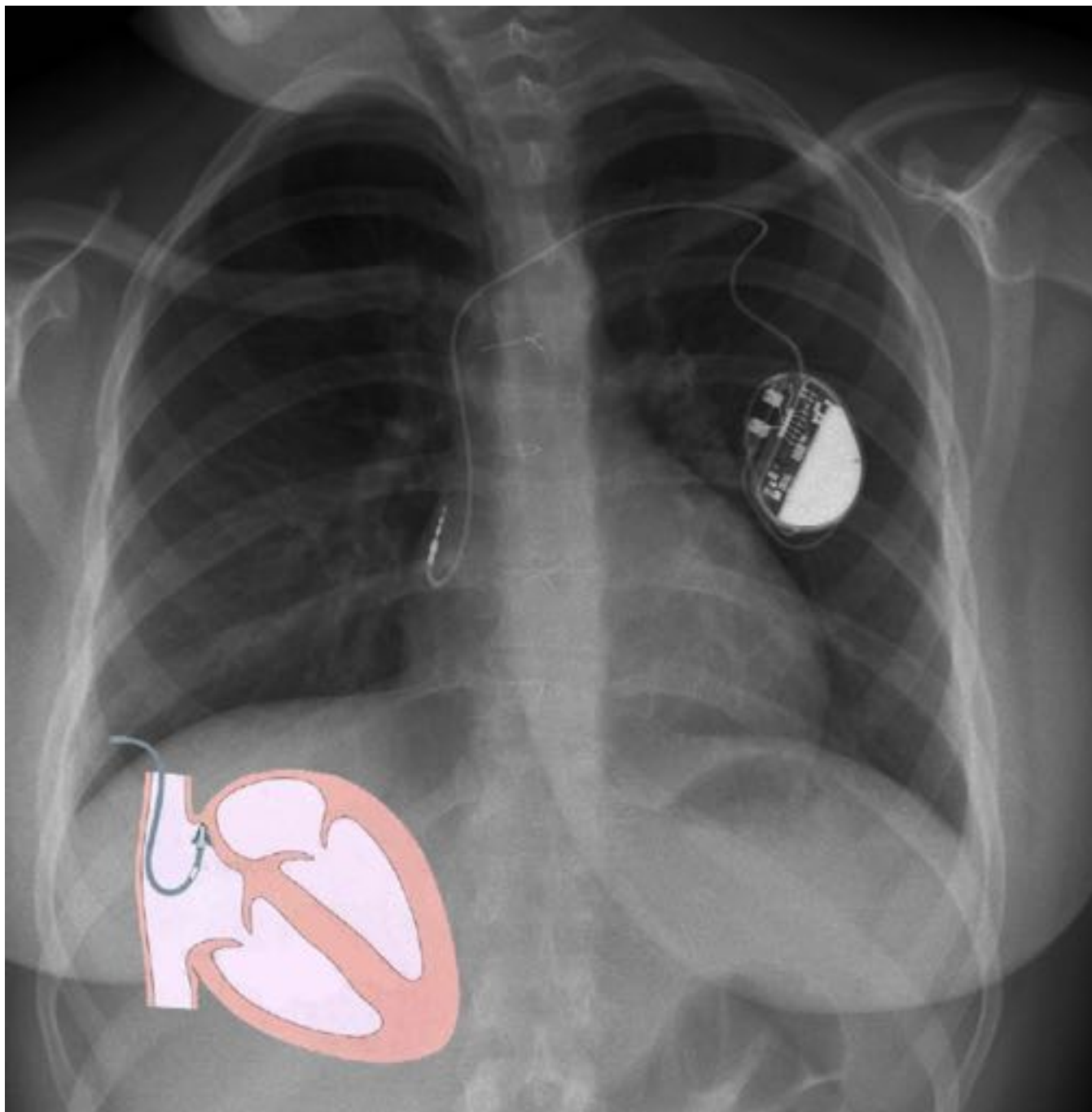


Fig. 8: Marcapasos AAI.

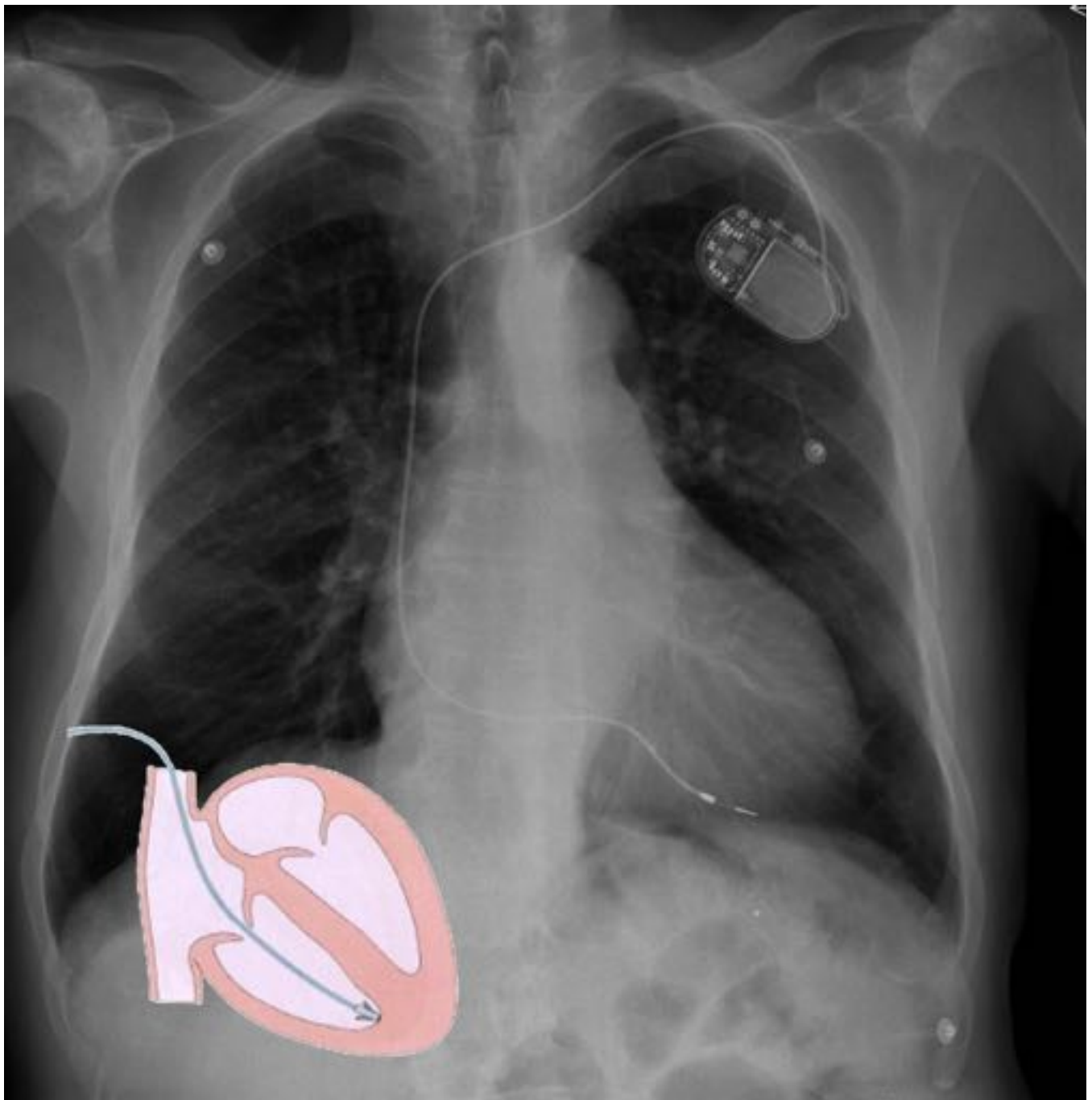


Fig. 9: Marcapasos VVI.

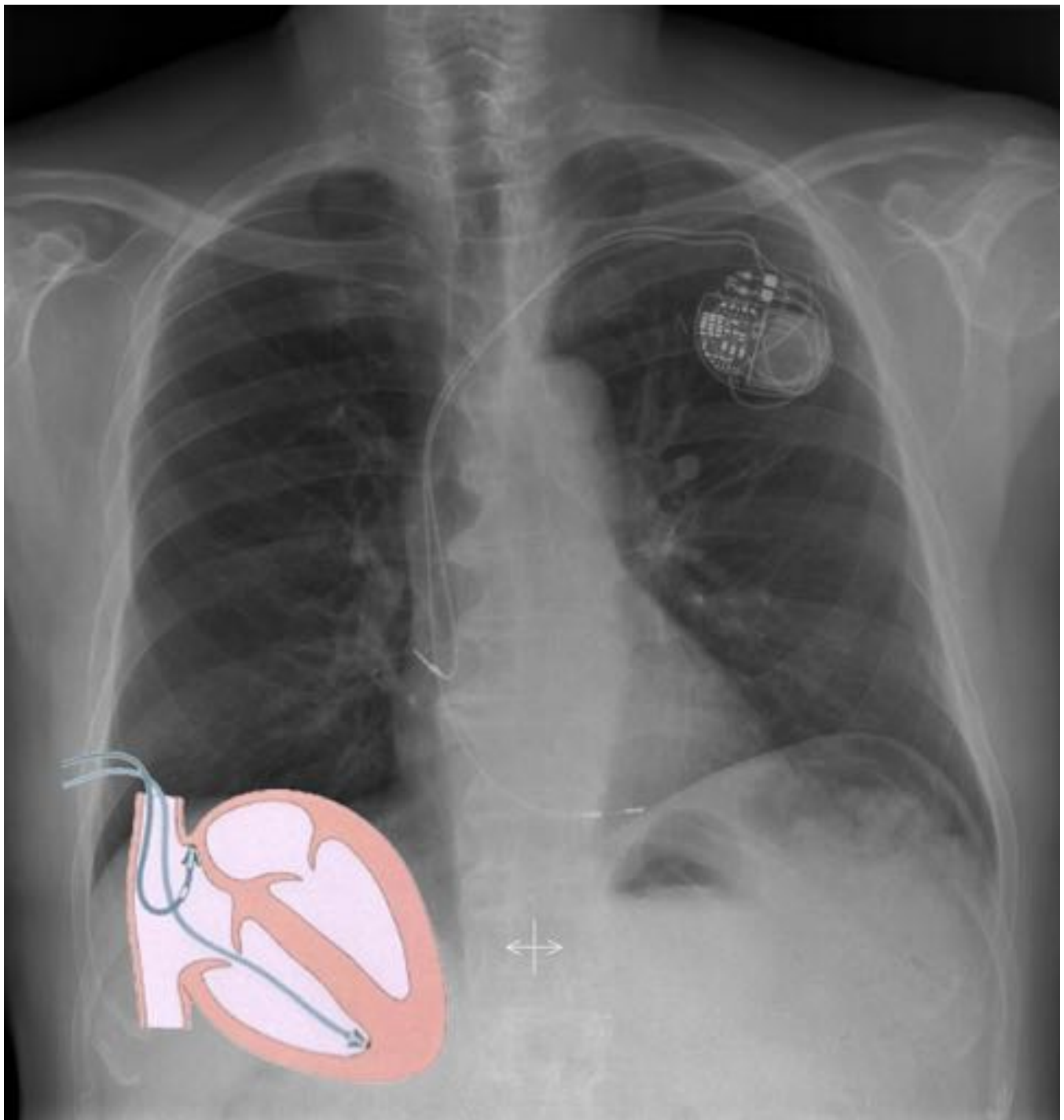


Fig. 10: Marcapasos DDD.

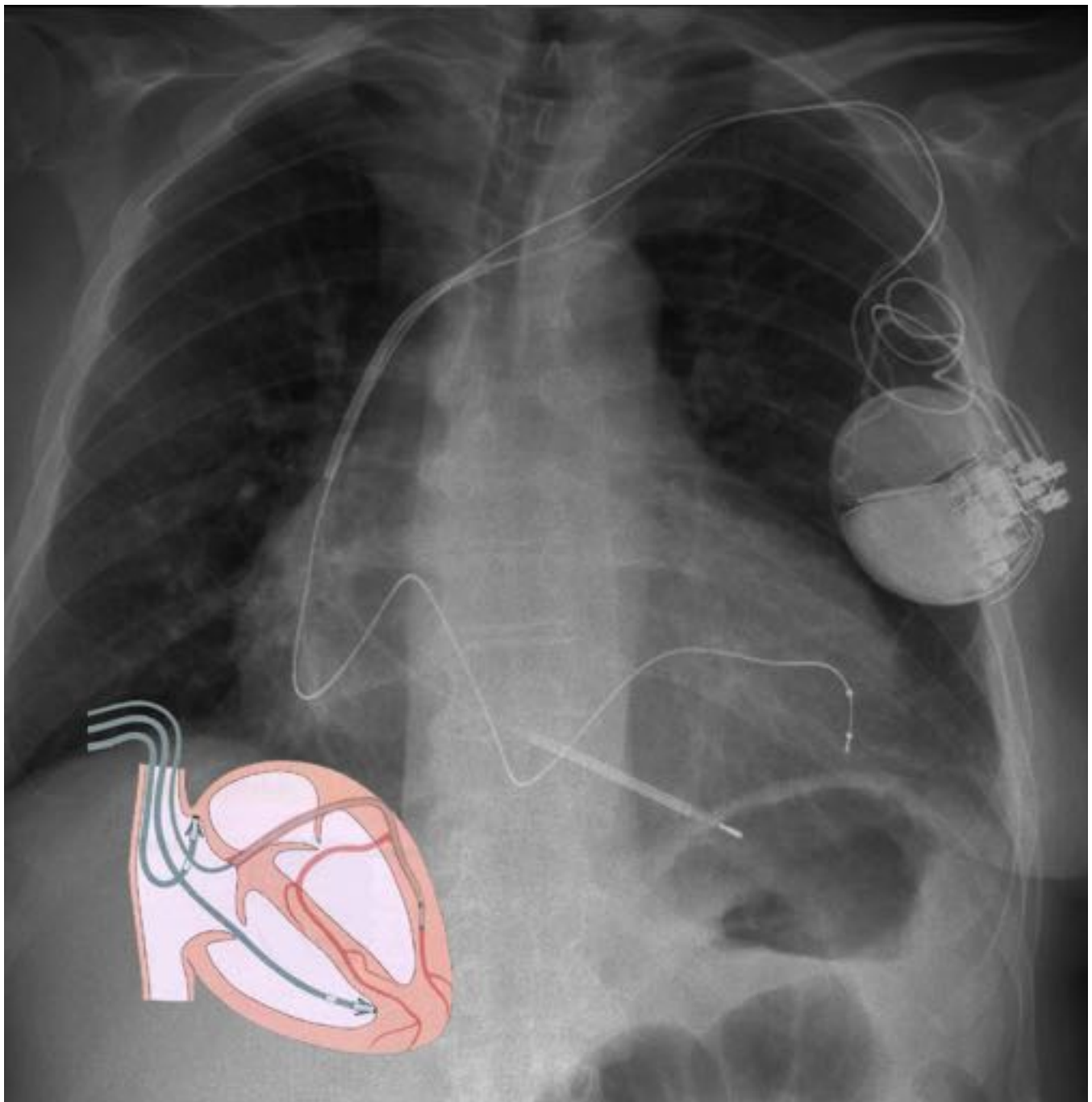


Fig. 11: Marcapasos para resincronización cardíaca.

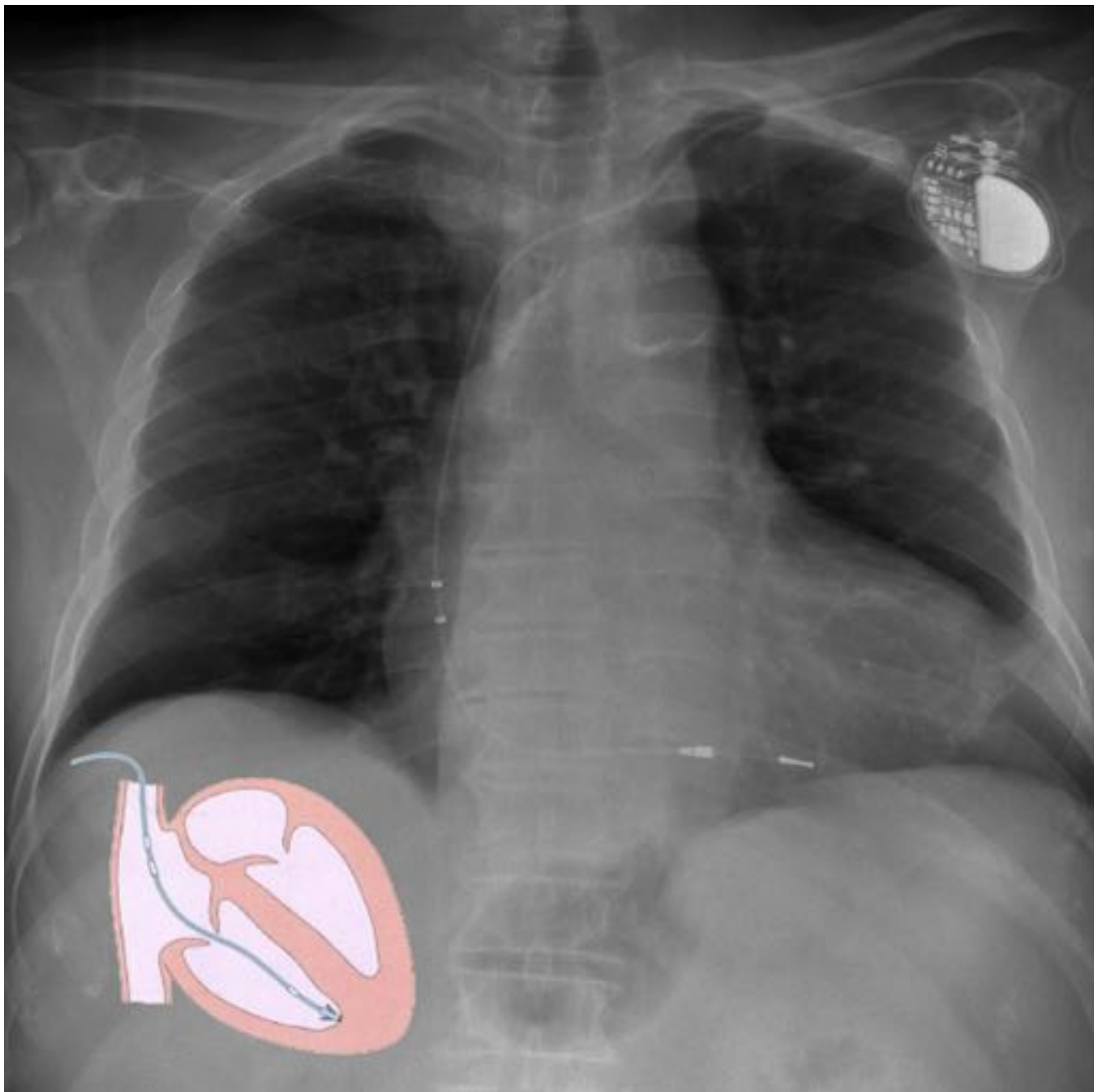


Fig. 12: Marcapasos VVD.

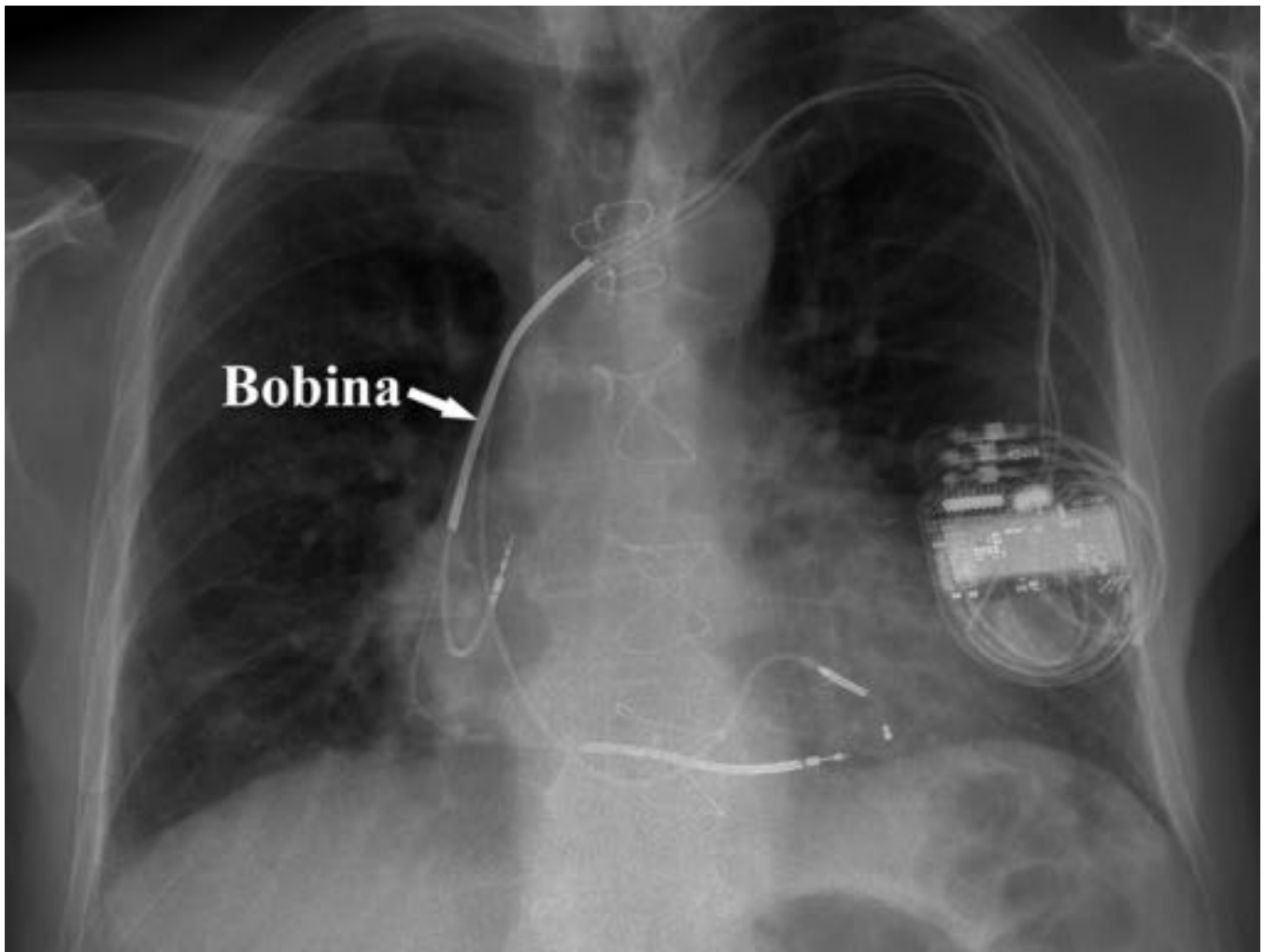


Fig. 13: DAI.

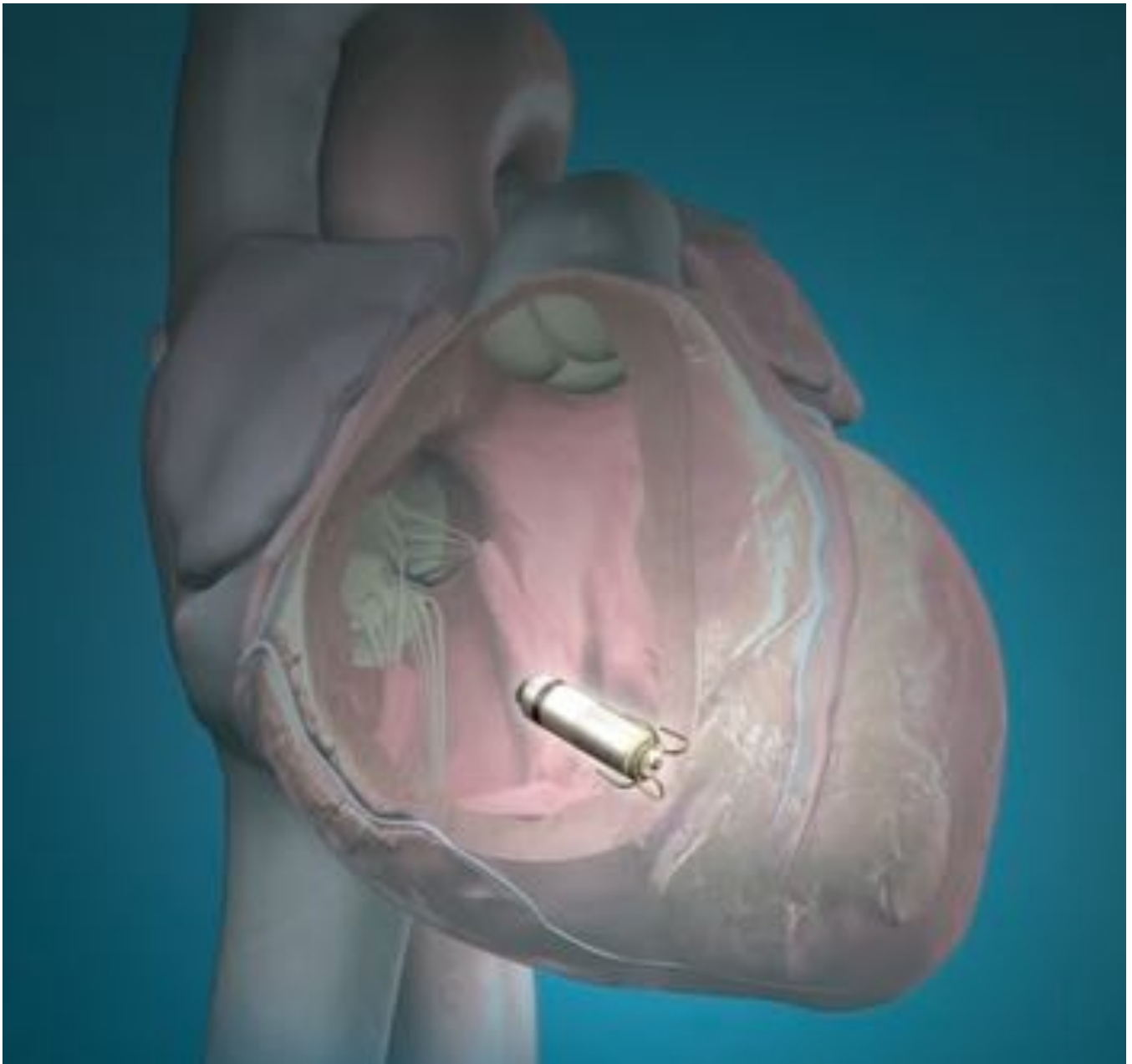
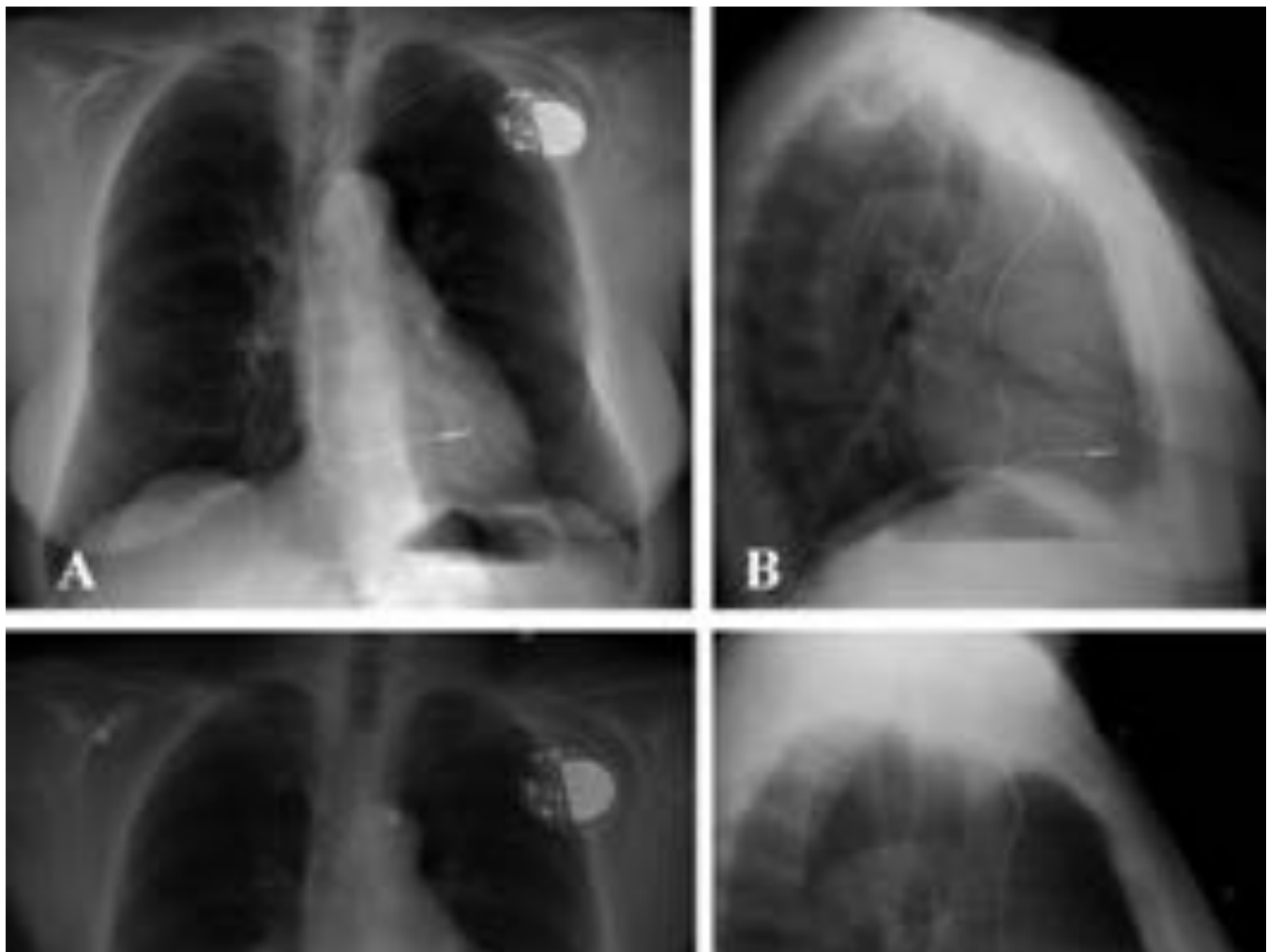


Fig. 14: Marcapasos sin cables. Imagen cortesía del Dr. Chimeno.

1. Cámara estimulada	2. Cámara detectada	3. Respuesta a la detección	4. Programabilidad	5. Función antitaquicárdica
O Ninguna	O Ninguna	O Ninguna	O Ninguna	O Ninguna
A Aurícula	A Aurícula	T Provocado	P Programable	P Pacing
V Ventrículo	V Ventrículo	I Inhibido	M Multiprogramable	S Shock
D Ambas	D Ambas	D Doble (T+I)	C Telemetría bidireccional	D Doble (S+P)
			R Frecuencia autovariable	

Fig. 15: Código genérico NBG de los marcapasos.



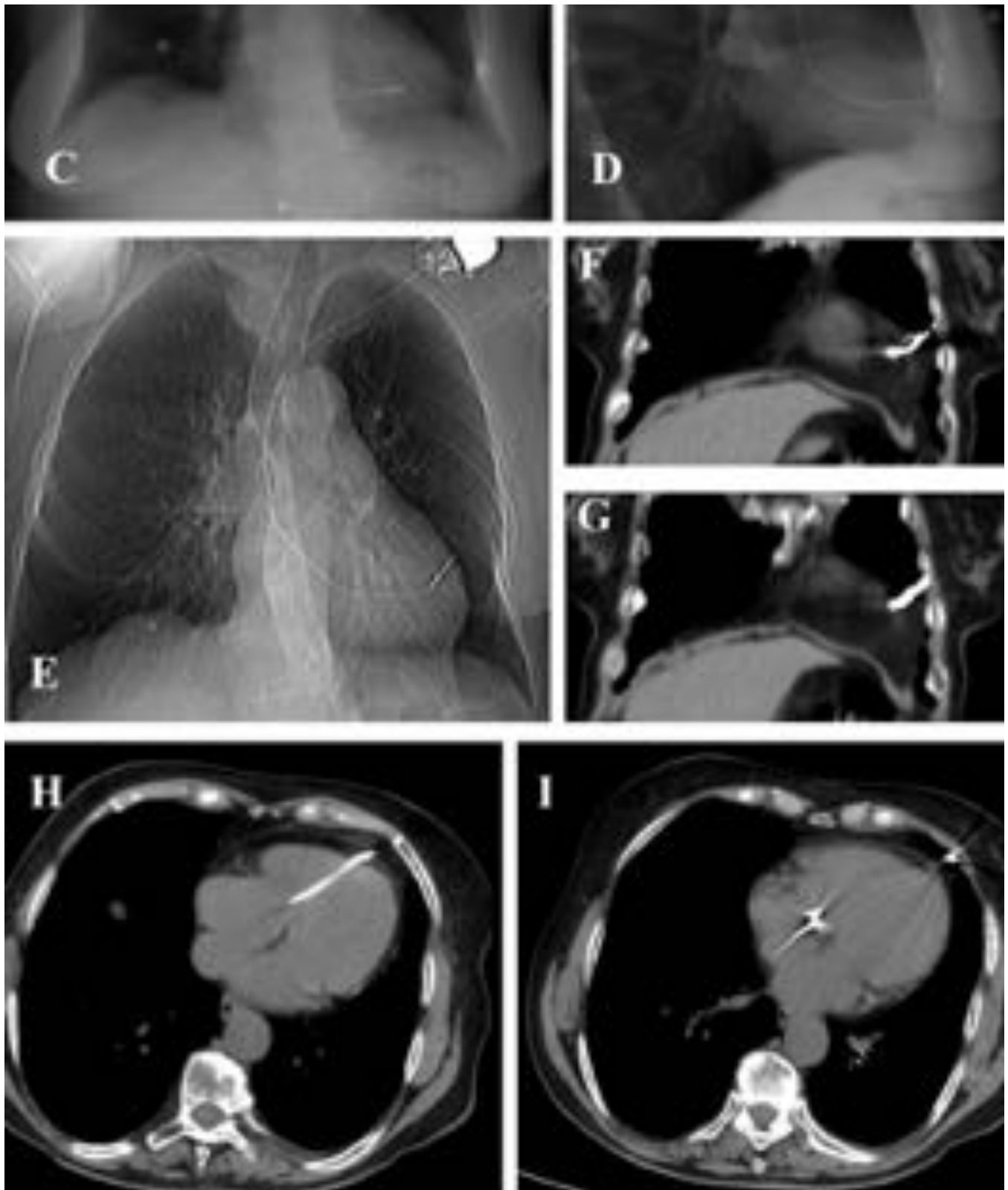


Fig. 16: Perforación miocárdica (ver descripción en sección complicaciones).

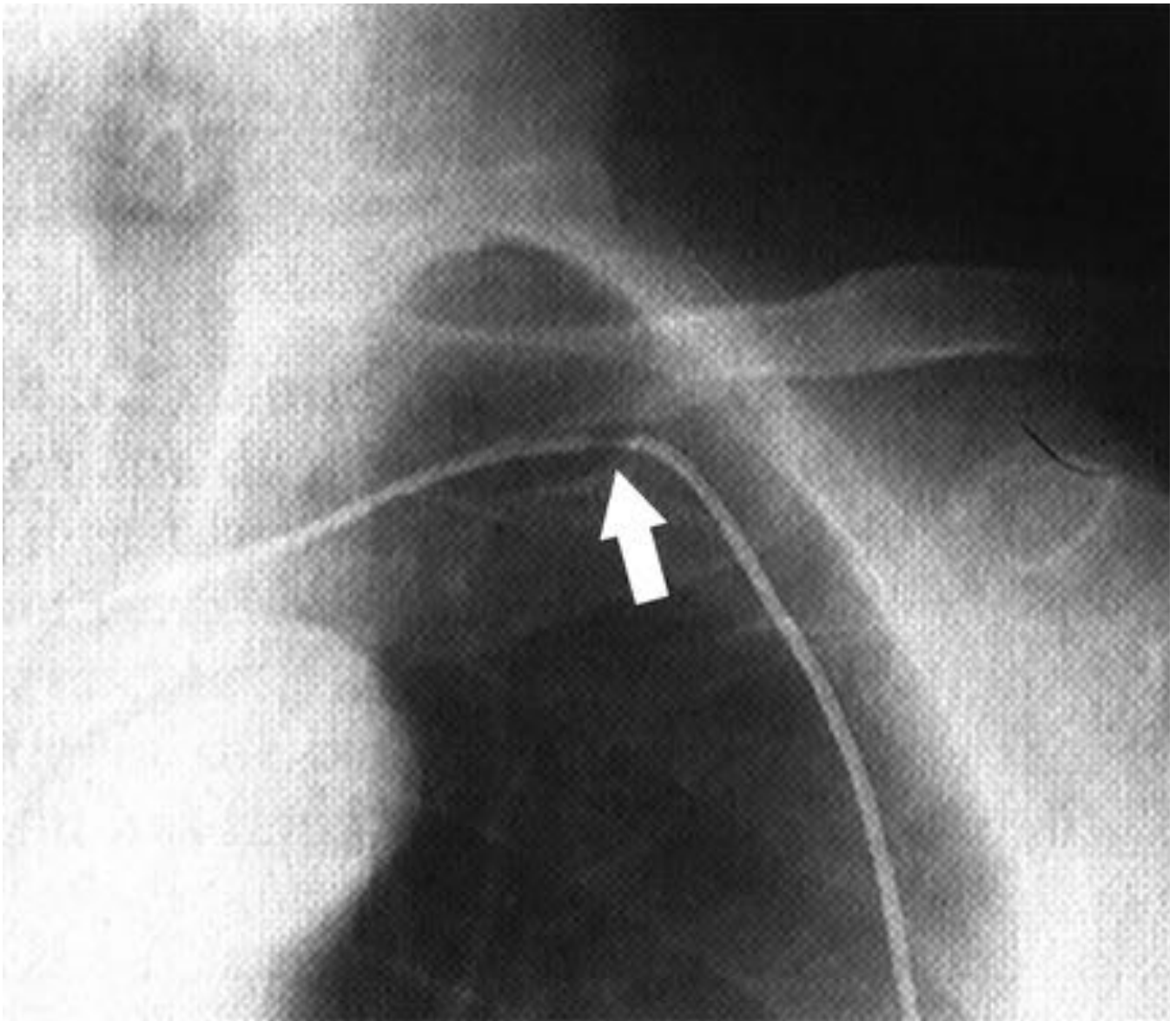


Fig. 17: Defecto del aislante externo del cable. Imagen cortesía del Dr. Chimeno.

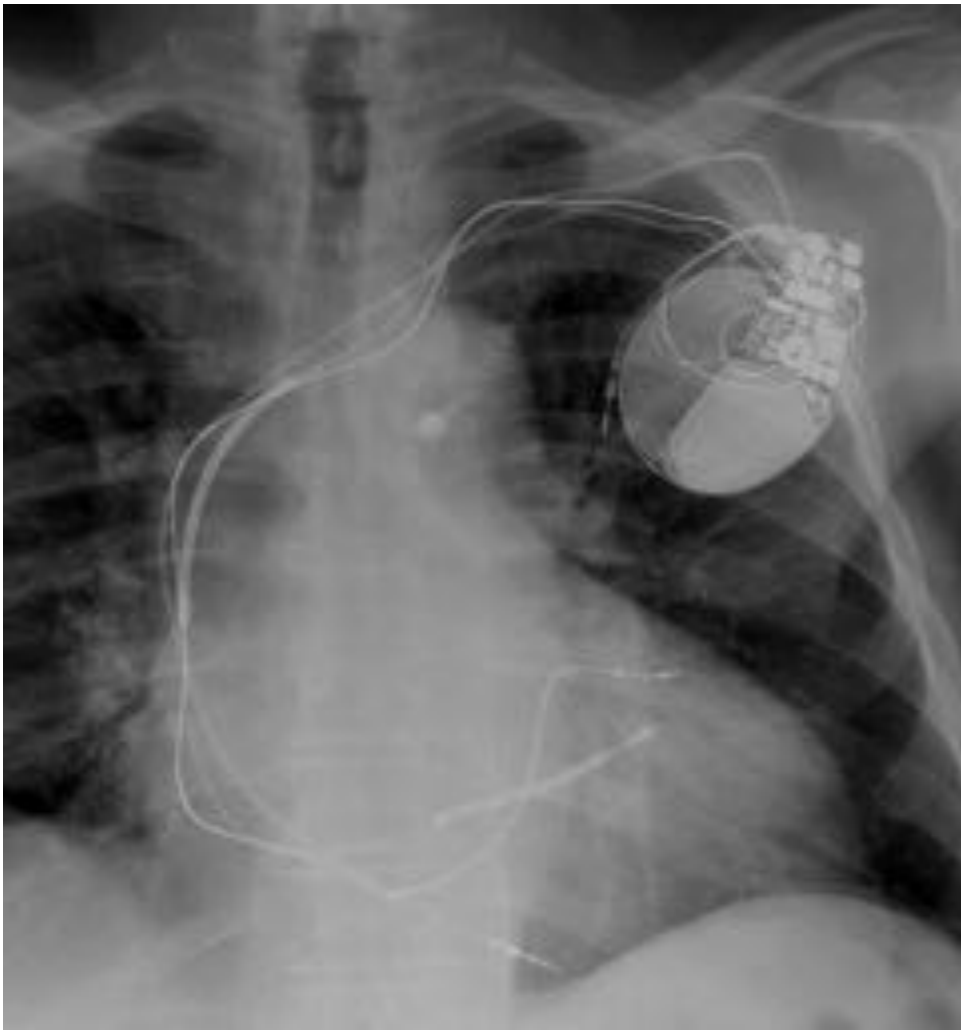


Fig. 18: Cable abandonado alrededor del generador. Imagen cortesía del Dr. Chimeno.



Fig. 19: Síndrome de Twiddler. Imagen cortesía del Dr. Chimeno.

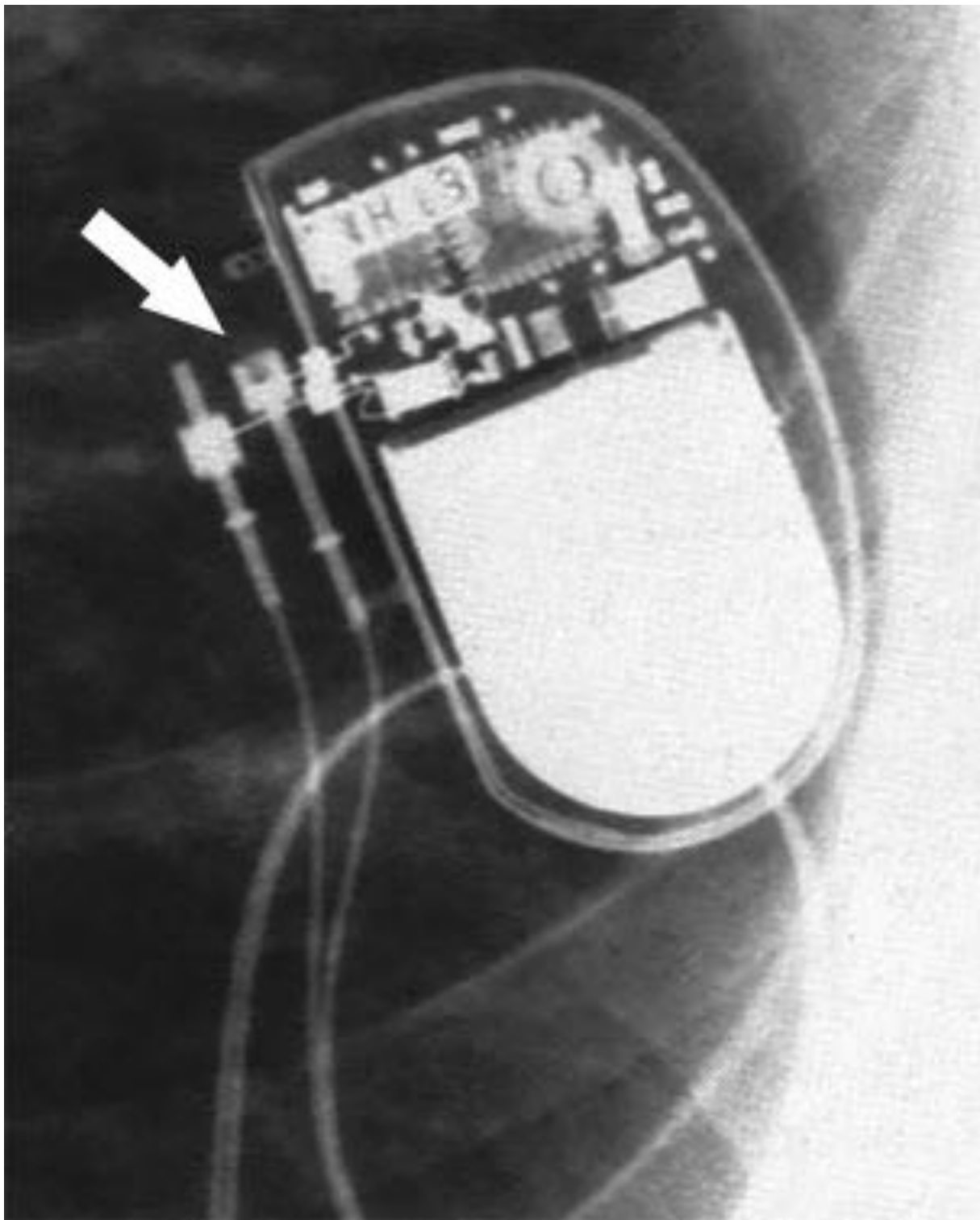


Fig. 20: Desconexión del cable al generador. Imagen cortesía del Dr. Chimeno.

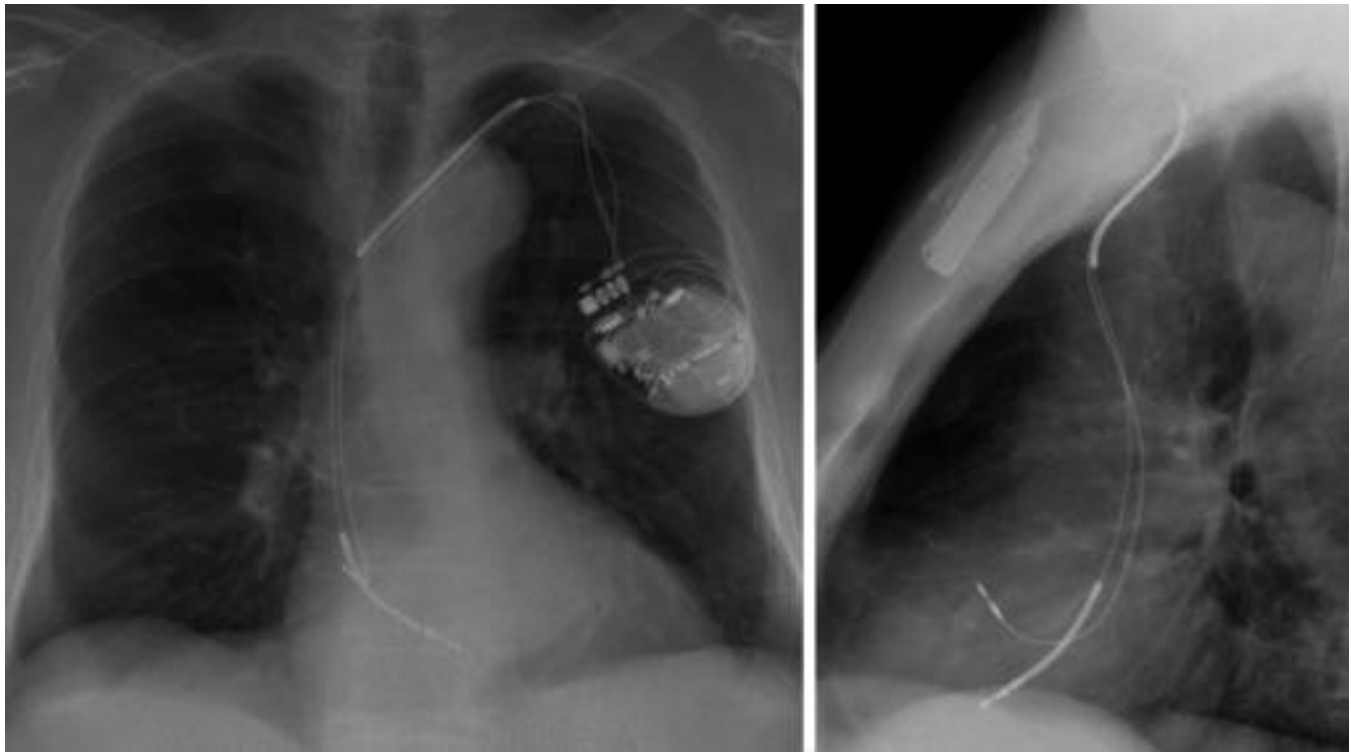


Fig. 21: Malposición del electrodo en ventrículo derecho. Imagen cortesía del Dr. Chimeno.

Conclusiones

Es importante conocer los principales tipos de dispositivos cardíacos electrónicos implantables y su posición normal para poder valorarlos tanto en los estudio de radiología convencional como de tomografía computarizada y detectar posibles complicaciones.

Bibliografía / Referencias

1. Fernandez Lozano I, Mateas FR, Osca J, Sancho Tello MJ, Garcia Bolao I, Martinez Ferrer J, et al. Comments on the 2013 ESC Guidelines on Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2014;67(1):6-14. Epub 2014/04/30.
2. Steiner RM, Tegtmeier CJ, Morse D, Moses ML, Goodman LR, Nanda N, et al. The radiology of cardiac pacemakers. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 1986;6(3):373-99. Epub 1986/05/01.
3. Burney K, Burchard F, Papouchado M, Wilde P. Cardiac pacing systems and implantable cardiac defibrillators (ICDs): a radiological perspective of equipment, anatomy and complications. *Clinical radiology*. 2004;59(8):699-708. Epub 2004/07/21.
4. Bejvan SM, Ephron JH, Takasugi JE, Godwin JD, Bardy GH. Imaging of cardiac pacemakers. *AJR American journal of roentgenology*. 1997;169(5):1371-9. Epub 1997/11/14.
5. Hirschl DA, Jain VR, Spindola-Franco H, Gross JN, Haramati LB. Prevalence and characterization of asymptomatic pacemaker and ICD lead perforation on CT. *Pacing and clinical*

- electrophysiology : PACE. 2007;30(1):28-32. Epub 2007/01/24.
6. Coma Samartin R, Ruiz Mateas F, Fidalgo Andres ML, Leal del Ojo Gonzalez J, Perez Alvarez L. Spanish pacemaker registry. 10th official report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Pacing (2012). Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2013;66(12):959-72. Epub 2014/04/30.