

Radiología de los dispositivos cardíacos. Lo que el radiólogo debe conocer.

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: **Fredy Dueñas Ramos**, Carla Linares Villavicencio, Carlos Cárcamo Flores, Juan De Alba Montero, Susana Novo Aparicio, Concepción Álvarez Sanz

Objetivos Docentes

Objetivos Docentes:

Identificar por medio de la Radiografía de Tórax (Rx de Tórax) los diferentes dispositivos cardíacos, definiendo su función (sus características), integridad y evaluando posibles complicaciones.

Determinar por medio de la Rx de Tórax los dispositivos que son compatibles con la realización de una RM en determinadas circunstancias.

Revisión del tema

Revisión del tema:

Dentro de los dispositivos intracardíacos (DIC) se incluyen el Holter Implantable y Dispositivos para la estimulación cardíaca (DCC), estos últimos incluyen Marcapasos convencionales (MCPc), Marcapasos de terapia de resincronización (CRT) con o sin Desfibriladores Automáticos Implantables (DAI).

La mayoría de los MCP convencionales actualmente son unicamerales (estimulan el VD) o bicamerales (estimulan la AD y el VD), la estimulación aislada de la aurícula derecha no se suele realizar porque no asegura la estimulación cardíaca.

Los CRT son tricamerales, estimulan 3 cámaras, una aurícula y ambos ventrículos, o biventriculares (ambos ventrículos), disminuyendo la asincronía ventricular y mejorando a veces la insuficiencia mitral consiguiendo beneficio clínico en muchos pacientes con Insuficiencia cardíaca secundaria a miocardiopatía dilatada con disfunción sistólica global severa y trastornos de conducción ventricular importante tipo bloqueo de rama izquierda.

Indicaciones principales de implantación de MCP y DAI

- Marcapasos (MCP):
 - Bradicardia: Bloqueo auriculo-ventriculares (AV) de 2º Mobitz II sintomáticos y bloqueo AV de 3º, enfermedad del nódulo sinusal y fibrilación auricular con respuesta ventricular lenta y sintomática.
 - Pueden utilizarse MCP unicamerales o bicamerales. Estos últimos mantienen la sincronía auriculoventricular mejorando el gasto cardíaco.
 - Miocardiopatía dilatada con disfunción sistólica severa y trastornos importantes de conducción: se

- utilizan los CRT tricameral o biventricular, para mejoría clínica junto con el tratamiento médico clásico.
- Otras: síncope neuromediado muy sintomático con respuesta cardiorreversora muy severa.
- **Desfibriladores automáticos implantables (DAI):**
 - Prevención secundaria de muerte súbita en aquellos pacientes sin causas corregible.
 - Prevención primaria en pacientes de alto riesgo de muerte súbita:
 - Taquicardia ventricular no controlable con farmacoterapia y no susceptible o imposibilidad de ablación de las arritmias en un estudio electrofisiológico.
 - Pacientes con fracción de eyección del ventrículo izdo =30% con síncope no explicado o taquicardia ventricular no sostenida en el holter
 - Síncope o historia familiar de muerte súbita asociada a síndrome de Brugada, QT largo, QT corto, displasia arritmogénica de ventrículo derecho, o miocardiopatía hipertrófica.

Tipos de dispositivos intracardiacos

El generador está ubicado en un bolsillo subcutáneo en la fosa infraclavicular izquierda/derecha, axilar, submamario, epigastrio o bajo el musculo pectoral mayor.

- **Holter implantable** (Fig. 1): No requiere electrodos, simula un pendrive, se sitúan anterior y paraesternal izq. Su principal indicación es el síncope de repetición de etiología no filiada. Tiene una duración de 2-3 años.
- **MCP convencional** (Fig. 2a): Según el número de cables son unicameral o bicameral.

La nomenclatura del modo de estimulación/intervalo sigue el código internacional propuesto por North American Society of Pacing and Electrophysiology y el British Pacing and Electrophysiology Group (NASPE/BPEG), el cual tiene 5 letras (Fig. 3)

La letra en posición I describe la cámara estimulada; en posición II, la cámara en la que se censura la actividad cardíaca; en posición III la respuesta del dispositivo a la señal eléctrica censada y las 2 últimas letras indican la posibilidad de autorregulación o estimulación múltiple.

- MCPc según el modo de estimulación (Fig. 4 y 5). Los modos de estimulación más frecuentes en España según el registro español de Mcps del 2013 son:

- + DDD/R (45.4%), MCP Bicameral; un electrodo auricular y uno ventricular.
- + VVI/R (40.7%), MCP Unicameral; un electrodo en el VD: localizado en la vertiente ínfero anterior del ápex del VD, visto a la izquierda de la columna vertebral en la proyección PA, también se ubica en el TSVD o región parahisiana.
- + VDD/R (13.3%), MCP Unicameral, un electrodo ventricular con sensor auricular
- + AAI/R (0.6%), MCP Unicameral, con un electrodo auricular haciendo un bucle en J, ubicándose en la orejuela, septo alto o bajo.

- **MCP de resincronización (CRT):** Estos dispositivos tienen un electrodo en cada ventrículo (bicamerales), algunos tienen un electrodo auricular, llamados Mcp tricameral (Fig. 6 a y b)

En un enfoque transvenoso, el electrodo del VI (siempre hay un electrodo en el VI) entra por el orificio del seno coronario y toma un curso endovenoso “snake-like” hasta alcanzar la pared del VI en una vena epicárdica (Fig. 7).

También pueden ser implantados por toracotomía, suturando las puntas de los electrodos al epicardio (Fig. 8- f), técnica empleada en la población pediátrica por el pequeño tamaño del corazón o por defectos anatómicos congénitos que restringen el acceso al área deseada.

- **Desfibrilador automático implantable (DAI):** Son dispositivos electrónicos con una unidad desfibriladora capaz de generar y liberar un impulso eléctrico, abortando arritmias y retornando el corazón a ritmo sinusal. Además, siempre tienen función de marcapasos convencional.

Presentan en el cable derecho una o dos bobinas, indicando la posibilidad de ser un dispositivo de alta energía (Fig. 9). Dentro de la carcasa se identifican dos imágenes opacas, correspondiendo a la batería y al condensador (Fig. 2 b).

Al igual que los MCP, los DAI pueden ser uni, bi o tricameral. Pueden ser trasvenosos (DAI), que son los más frecuentes o subcutáneos (DAI-s).

Los DAI-t se pueden asociar con un marcapaso biventricular para proveer terapia de resincronización a pacientes con ICC y alto riesgo de muerte súbita. Los electrodos del marcapasos resincronizador se colocan de forma usual en el apéndice de la AD y el en VI vía seno coronario, y la punta del DAI en el VD (Fig. 6 c y d). Si hay problemas de acceso venoso tanto los DAI, CRT o marcapasos convencionales se pueden colocar junto a electrodos especiales en el epicardio, pudiendo alojar el generador en el epigastrio (Fig. 10)

Actualmente hay DAI-S que no requiere cables transvenosos. El generador se ubica en la pared torácica anterior izquierda, con un cable paraesternal subcutáneo que contiene un electrodo que sensa y una bobina de descarga, y se utilizan para paciente con riesgo bajo de muerte súbita.

- Electrodos de los dispositivos intracardiacos (Fig. 8): La proyección PA nos permite valorar la integridad del cable, pero solo con la proyección lateral podemos determinar la ubicación de la punta del cable.

- Tipos de estimulación y sensado de los electrodos de los Dispositivos intracardiacos :

- + Monopolares: un polo de estimulación entre la punta (-) y la carcasa del MPS (+)
- + Bipolares: dos polos de estimulación entre la punta (-) y proximal a 1-3 cm de la punta (+).
- + Según la fijación: *pasiva* cuando las puntas se unen al corazón trabeculado por medio de fibrosis, y *activa* cuando se atornilla al miocardio (forma de hélice).
- + Según la localización: endocardio y epicardio.
- + Lugar anatómico de la estimulación del electrodo: Habitualmente en el ápex. Se puede estimular en tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) o el septo interventricular con fijación activa. (Fig. 11)

Reconocer el fabricante del dispositivos intracardiaco. Logotipos de los diferentes fabricantes de Dispositivos (Fig. 12 y 13).

Forma del dispositivo según el fabricante (Fig. 14).

Otros dispositivos valorados en la RX de Tórax (Fig. 15).

Variante anatómica: Vena cava superior izquierda persistente (Fig. 16).

Mal posición del electrodo.

- Mal posición del electrodo auricular: MCP DDD/R (Fig. 17).
- Mal posicionamiento del electrodo del VD: MCP VVI/R con electrodo ventricular mal posicionado en el VI (cable en el seno coronario), en la proyección PA muestra una serpentina y en el estudio lateral se proyecta sobre el epicardio. Toma la posición del electrodo del VI en los MCP de resincronizacion (Fig. 18).
- Mal posición del electrodo ventricular en la arteria pulmonar izquierda (Fig. 19).

Cable abandonado: (Fig. 20)

Complicaciones frecuentes asociadas a los DIC: Síndrome de Twiddler (Fig. 21): Es la rotación del generador por su eje axial, con la consecuente torsión del electrodo. Esta torsión puede fracturar o desplazar el electrodo, provocando la disfunción del dispositivo. También se ha descrito en portadores de DAI, pudiendo ocasionar graves

consecuencias para estos pacientes.

Hematoma de pared torácica (Fig. 22), Neumotórax (Fig. 23) y Rotura de cable (Fig. 20).

Dispositivos intracardiacos y resonancia magnética (RM)

La RM es la técnica de elección y en muchas ocasiones la única alternativa diagnóstica definitiva en algunos órganos, en especial el cerebro y la medula espinal. Muchos pacientes no son candidatos a esta técnica por poseer un Dispositivo cardíaco, por lo tanto es indispensable dar una solución que permita a estos pacientes acceder de forma segura a esta prueba.

Los dispositivos cardíacos implantados antes del año 2000 son contraindicación absoluta para la realización de RM. En los pacientes con dispositivos implantados a posteriori se debe sopesar el riesgo/ beneficio de realizar la prueba, y si la indicación es clara y los beneficios superan los riesgos, se puede realizar bajo unas condiciones rigurosas de seguridad, con presencia de un cardiólogo, programador y monitorización cardiorrespiratoria.

La RM genera 3 tipos de interferencias electromagnéticas con los siguientes peligros potenciales:

- **Campo magnético estático:** Siempre presente, a mayor Teslas más riesgo de peligro potencial de fuerza, torsión, vibración y fallo del dispositivo.
 - Atracción ferromagnética de los objetos, pudiendo originar torsión, movimiento, desplazamiento o incluso efecto proyectil con lesión al paciente o disfunción del dispositivo.
 - Activación del sensor y respuesta impredecible al sistema reed switch.
 - Efecto magneto hidrodinámico: los electrolitos de la sangre pueden generar pequeños voltajes que pueden interferir con el potencial electro cardíaco alterando la repolarización o induciendo arritmias.
 - Fallo del dispositivo: pérdida de terapia, cambio en el modo de estimulación, reset del dispositivo o datos diagnósticos erróneos
- **Campo magnético de gradiente:** Variación temporal, con peligro potencial de vibración, voltaje inducido y fallo del dispositivo. Hay aumento o disminución del campo magnético principal pudiendo originar:
 - Corrientes eléctricas en materiales conductores y activar terminaciones nerviosas e inducir sobreesado, infrasensado e incluso produciendo arritmias potencialmente mortales.
- **Radiofrecuencia pulsada:** Variación temporal, con peligro potencial de voltaje inducido, calentamiento de punta y fallo del dispositivo. Son ráfagas cortas de ondas electromagnéticas, a unas frecuencias muy determinadas. El cuerpo absorbe parte de esta energía y produce calentamiento (SAR: Specific absorption rate, se mide en w/kg), originando a nivel local:
 - Calentamiento, corrientes eléctricas y daño al miocardio
 - Daño en el circuito y/o batería con pérdida de estimulación y/o detección.

Los electrodos fracturados o abandonados aumentan el riesgo de daño.

El grado de riesgo para el paciente viene determinado por la combinación de los siguientes factores:

- Tipo de secuencias de imágenes y duración de la RM.
- Anatomía objeto de evaluación, posición del paciente y del dispositivo dentro del equipo de RM.
- Intensidad del campo de radiofrecuencia.
- Materiales, diseño, longitud y orientación del marcapasos y los cables.
- Flujo sanguíneo en la región de la punta del cable.
- Factores de riesgo e historia clínica del paciente.

Actualmente los dispositivos convencionales son de menor tamaño y con menor probabilidad de interferencia electromagnética. No todas las RM ni todos los pacientes tienen el mismo riesgo.

Iconos que identifican la seguridad de los dispositivos con RM. Se encuentran en la tarjeta del portador de

dispositivo (Fig.24).

Recomendaciones actuales de las guías clínicas sobre dispositivos intracardiacos en RM.

- No hay contraindicación absoluta, los pacientes MCP-dependientes y además con DAI tienen mayor riesgo.
- Hay protocolos de preparación previo a la realización de una RM.
- Estudiar cada caso de forma particular.

Si bien los fabricantes no aconsejan la realización de RM, pequeños estudios sugieren que no hay efectos adversos clínicos significativos.

Recomendaciones según las “**ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy 2013**” para la realización de una Cardio RM en pacientes con Dispositivos cardiacos

1. Dispositivos cardiacos convencionales: La Cardio RM a 1.5 T se puede realizar con bajo riesgo de complicaciones si se toman las precauciones apropiadas. (Clase IIb, Nivel B)
2. Sistemas de marcapasos para Cardio – RM: Se puede realizar con seguridad la Cardio RM a 1.5 T siguiendo las instrucciones del fabricante. (Clase IIa, Nivel B).

Medidas preventivas antes de efectuar una resonancia magnética (Fig. 25).

- **MCP dependientes:** Estimulación asincrónica (DOO/VOO) para evitar inhibición de la estimulación por la detección de interferencia electromagnética.
- **MCP NO dependientes:** Estimulación inhibida (VVI/DDI) para evitar estimulación cardiaca inadecuada debido a los pulsos de radiofrecuencia.
- Para evitar que la detección de interferencia electromagnética no origine una estimulación inadecuada, desactivar: Respuesta a Imán, Sensor y ruido, Censado postextrasistólico y Terapias del DAI.
- Tras la RMN programar nuevamente el dispositivo.

Cambios en los nuevos dispositivos compatibles:

- Reducción del contenido ferromagnético: Disminuye la atracción magnética y también los artefactos de la imagen.
- Se reemplaza el sistema Reed Switch por otros como Hall sensor: Más predecible a campos magnéticos.
- Filtros especiales y el circuito interno: Reduce el potencial de sobrestimulación, y formas de disipar la energía.
- Cambios del software: Previene la inhibición del marcapasos y los ritmos competitivos.
- Modificación de electrodos: Disminuye el calentamiento de la punta y la inducción de arritmias

Las anteriores modificaciones aportan mayor seguridad, dado que los fabricantes y las sociedades científicas los han autorizado para realizar RM bajo ciertas situaciones. Esto evita problemas medico legales, teniendo como inconvenientes la ausencia de datos de seguridad y durabilidad a largo plazo, y alto coste del sistema.

Dispositivos intracardiacos con sistema RM Compatibles disponibles y áreas de exclusión (Fig. 26 y 27).

Los sistemas con MR compatible, son seguros con RM en determinadas situaciones. Están diseñados para disminuir o reducir al mínimo los posibles efectos adversos que puede ocasionar daño en el paciente. Es necesario una revisión previa del dispositivo y una programación adecuada mientras se realiza la RM con parámetros y monitorización adecuada, y después reprogramar el dispositivo.

Medtronic desde el 2008 tiene estos dispositivos (generador y electrodos) RM compatible, el resto de fabricantes desde el 2011, y su seguridad ha sido certificada para pacientes que deban someterse a una RM condicionada, sin embargo no existe suficiente experiencia de la evolución de estos dispositivos a largo plazo.

Calidad de la imagen en RM compatible.

Los artefactos relacionados con dispositivos pueden influir en la calidad de la imagen. Depende del tamaño del dispositivo, de la posición, de los planos y del protocolo empleado. La mayor distorsión ocurre a 15 cm alrededor y en ejes cortos respecto a largos, y más en segmentos anteriores.

Los artefactos de los electrodos son minimos y no modifican selectivamente la valoración segmentaria del ventriculo.

Símbolos de los dispositivos intracardiacos avalados para RM compatible (Fig. 28 y 29).

Medidas a revisar antes de la realización de una RM compatible en un paciente con un DIC:

- El marcapasos y los cables tienen etiqueta de MR condicional o NO la tienen.
- El sistema se implantó más de 6 semanas.
- El marcapasos está implantado en la zona pectoral.
- No tiene otros dispositivos implantables activos.
- No tiene cables abandonados o adicionales
- No tiene prolongadores ni adaptadores de cable.
- Los cables están eléctricamente intactos (Impedancia 200-1500 Ohmios).
- Los umbrales de captura no exceden de 2.0 v. a 0.40 mseg.
- Se ACTIVA el SureSCAN antes de la RM y se DESACTIVA después.

Durante la realización de la RM el paciente debe estar monitorizado con pulsoxímetro, electrocardiograma y medición de TA no invasiva, manteniendo contacto visual y verbal. Se debe tener disponible el desfibrilador, marcapasos externo y carro de parada.

Nuevos dispositivos con sistema Kora 100 compatible con RM (Sorin Group), habilita automáticamente su configuración a modo RM cuando detecta el campo de acción, retornando a operación normal 5 min después de dejar el campo de RM, permitiendo un procedimiento más seguro (Fig. 30).

En la sala de Resonancia se debe verificar antes del procedimiento los siguientes puntos:

- RM cerrada con imán cilíndrico y máximo de 1.5 T.
- Gradiente espacial máximo $< 20 \text{ T/m}$ (2000) gauss/cm.
- Sistema con gradientes con una rapidez de respuesta máxima de gradiente máximo por eje (Gradiente máximo Slew rate) $< 200 \text{ T/m/s}$.
- Índice de absorción específico (SAR) de cuerpo completo $\text{SAR} < 2 \text{ W / kg}$.
- Índice de absorción específico (SAR) de cabeza $< 3,2 \text{ W / kg}$.
- Nunca debe realizarse RM en decúbito lateral .

Con la disponibilidad de dispositivos compatibles con RM, surge el interrogante sobre quienes deben recibir estos dispositivos, su implantación es lenta por el alto coste, la ausencia de datos de seguridad y durabilidad a largo plazo, y la falta de guías claras, por lo que aún no hay consenso, además porque el coste se dispara y los dispositivos convencionales pueden ser utilizados con determinadas situaciones. Desde el punto de vista clínico se debería utilizar en todos los pacientes que no tienen contraindicación para realizarse una RM o considerarse implantarse en pacientes que precisen RM en el futuro. **Imágenes en esta sección:**

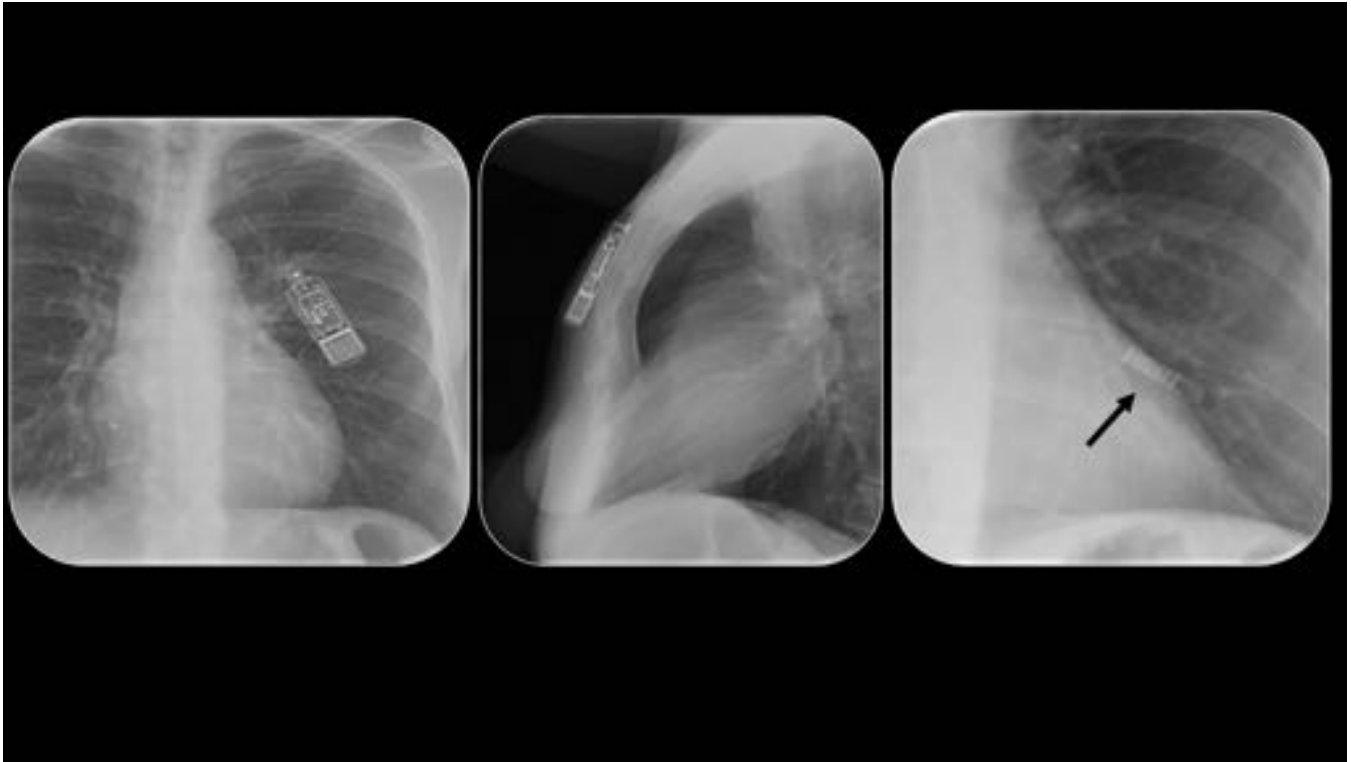


Fig. 1: Holter implantable. Modelo Reveal de Medtronic (flecha)

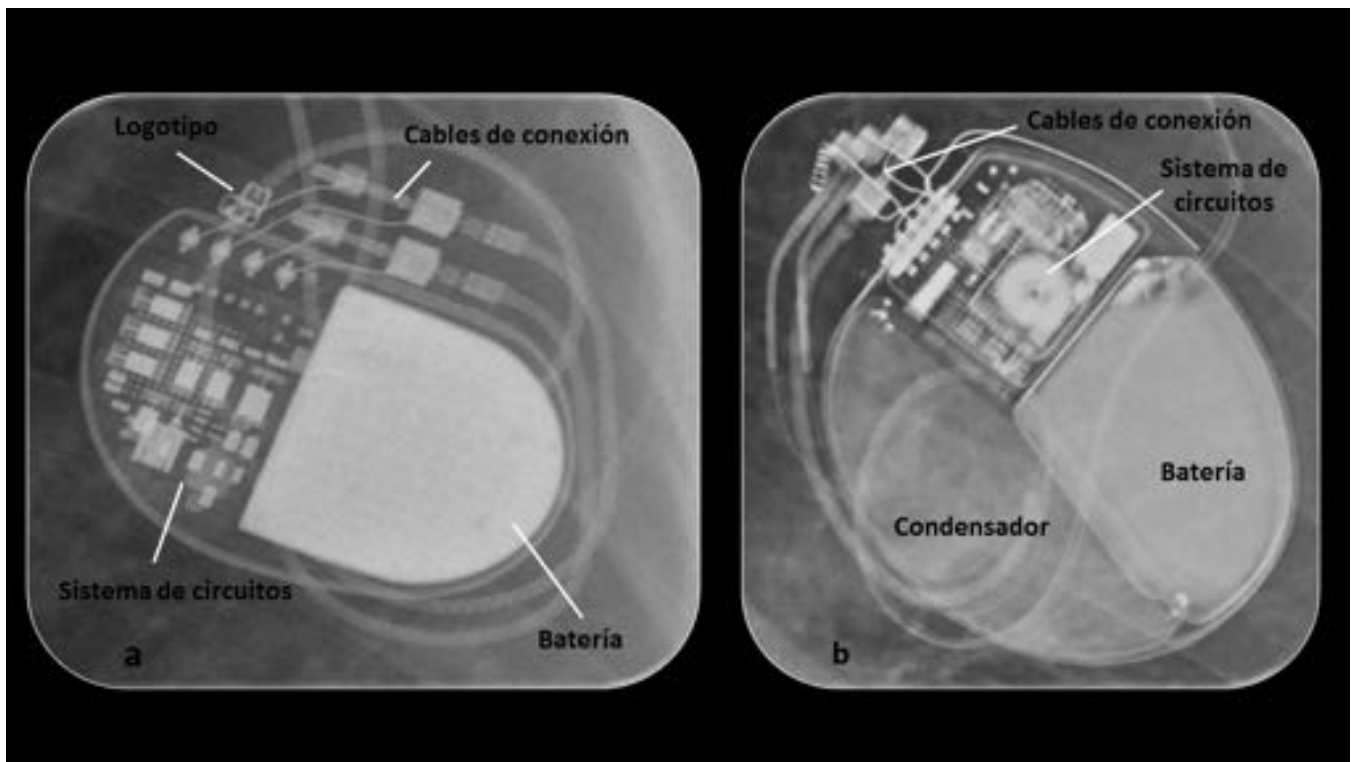


Fig. 2: Distintivos de a. Marcapasos y b. DAI o CDI

Código (NASPE/BPEG) de Marcapasos (Revisado en 2002)					
Posición:	I	II	III	IV	V
Categoría	Cámara(s) estimulada(s)	Cámara(s) sensada(s)	Respuesta al sentido	Autorregulación de frecuencia	Estimulación múltiple
Caracteres	O: ninguna A: aurícula V: ventrículo D: dual (A + V)	O: ninguna A: aurícula V: ventrículo D: dual (A + V)	O: ninguna T: estimulada I: Inhibida D: dual (T + I)	O: no R: frecuencia regulable	O: no A: aurícula V: ventrículo D: dual (A + V)

NASPE/BPEG: North American Society of Pacing and Electrophysiology y el British Pacing and Electrophysiology Group

Fig. 3: Código (NASPE/BPEG) de Marcapasos (Revisado en 2002)

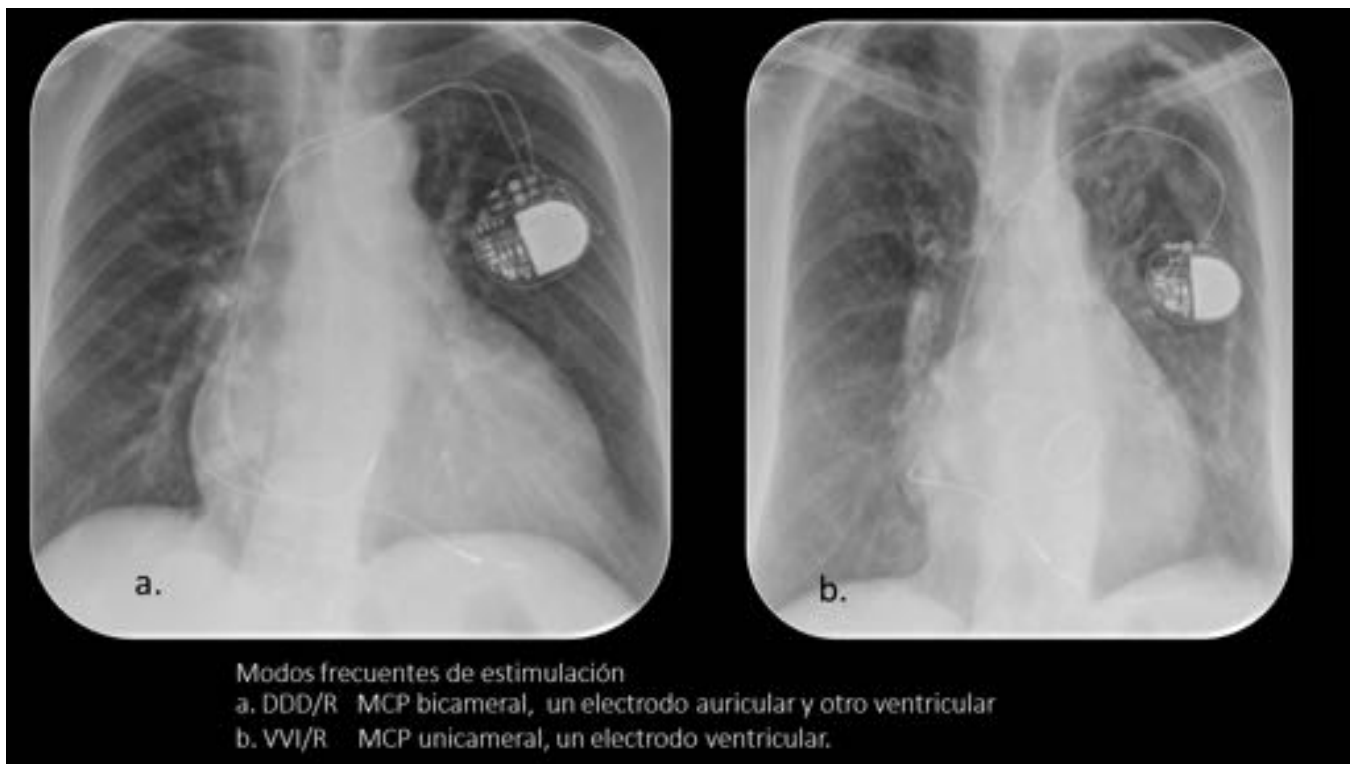


Fig. 4: Modos frecuentes de estimulación

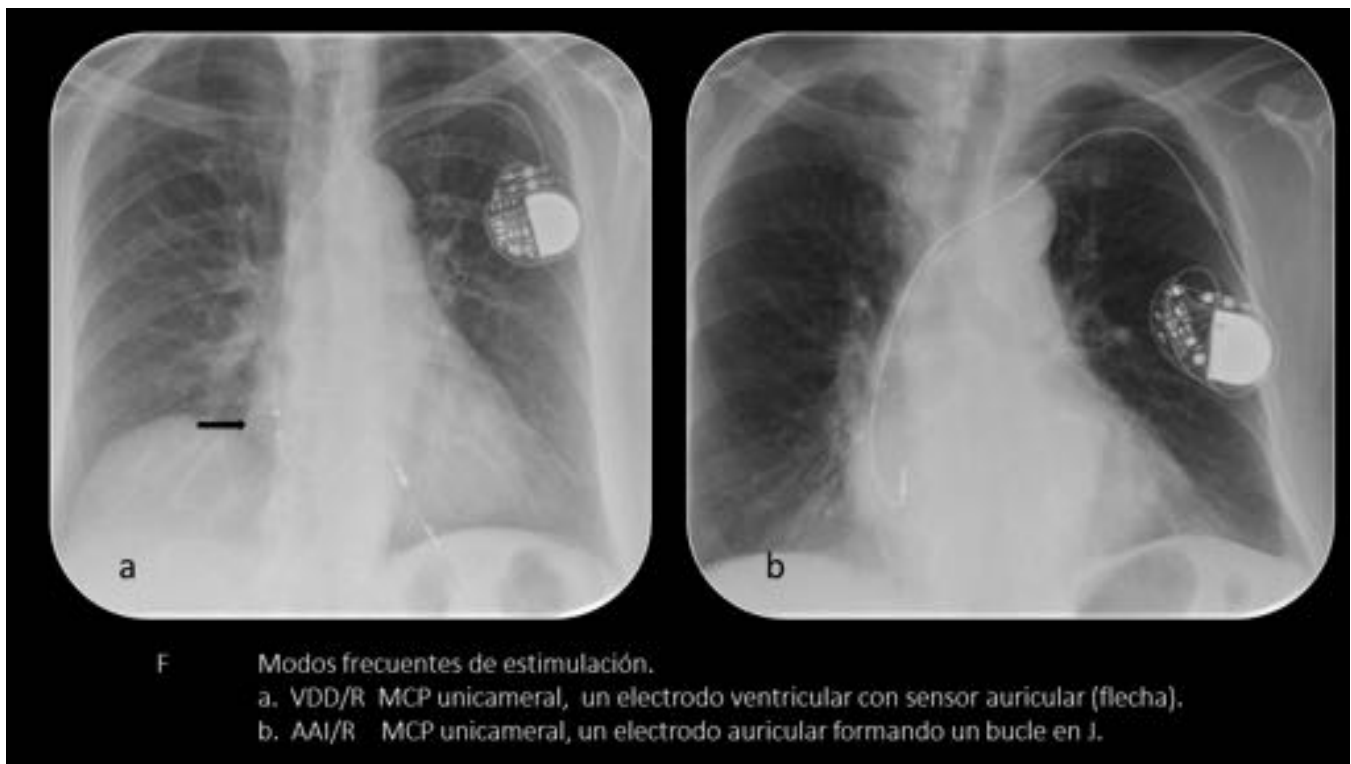


Fig. 5: Modos frecuentes de estimulación

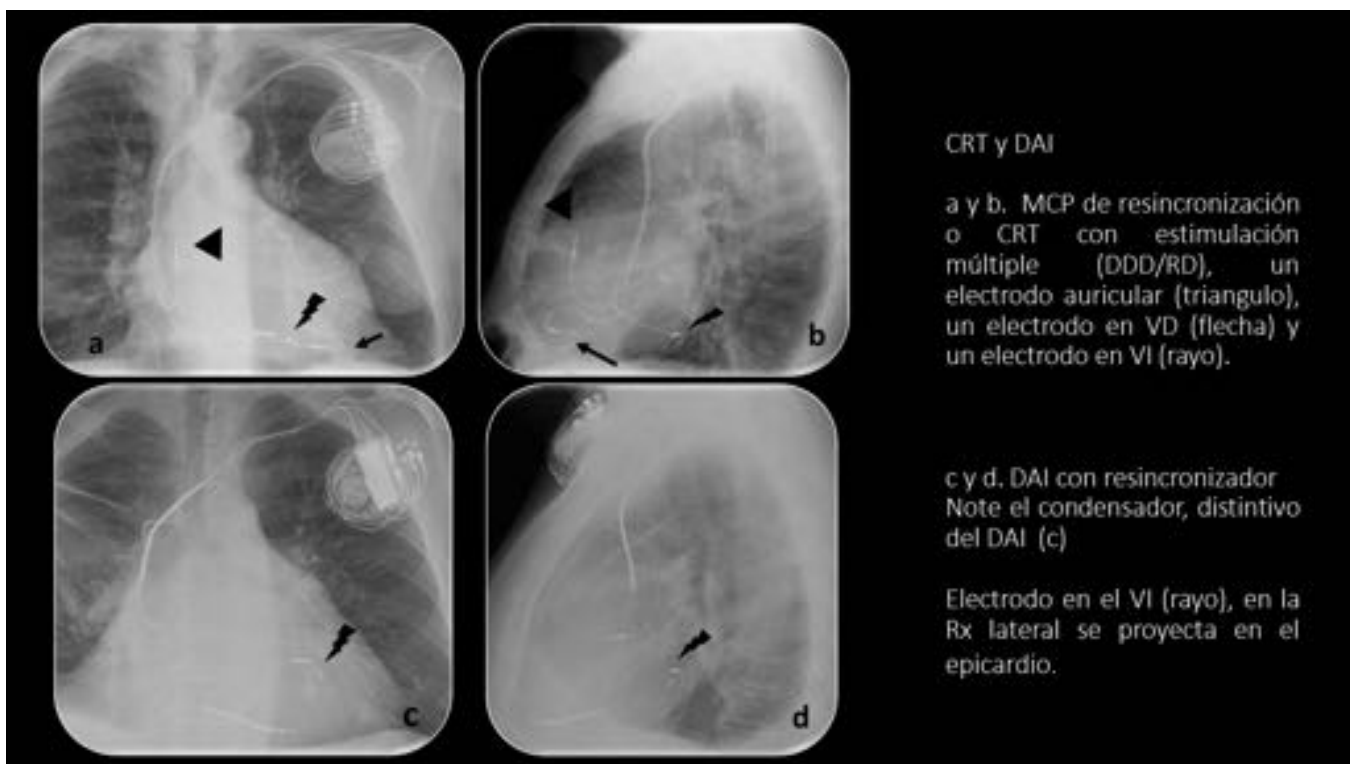


Fig. 6: CRT y DAI

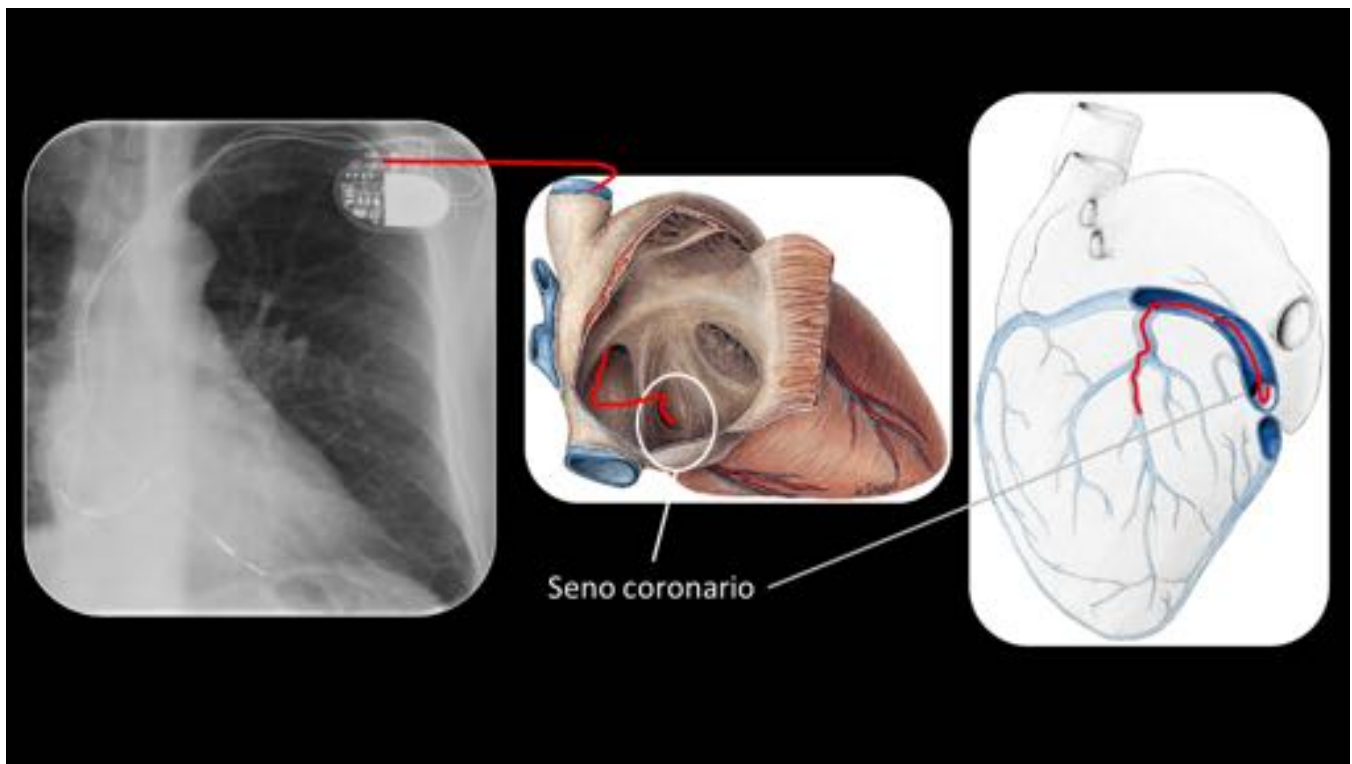


Fig. 7: MCP resincronización. Electrodo en el VI a través del seno coronario

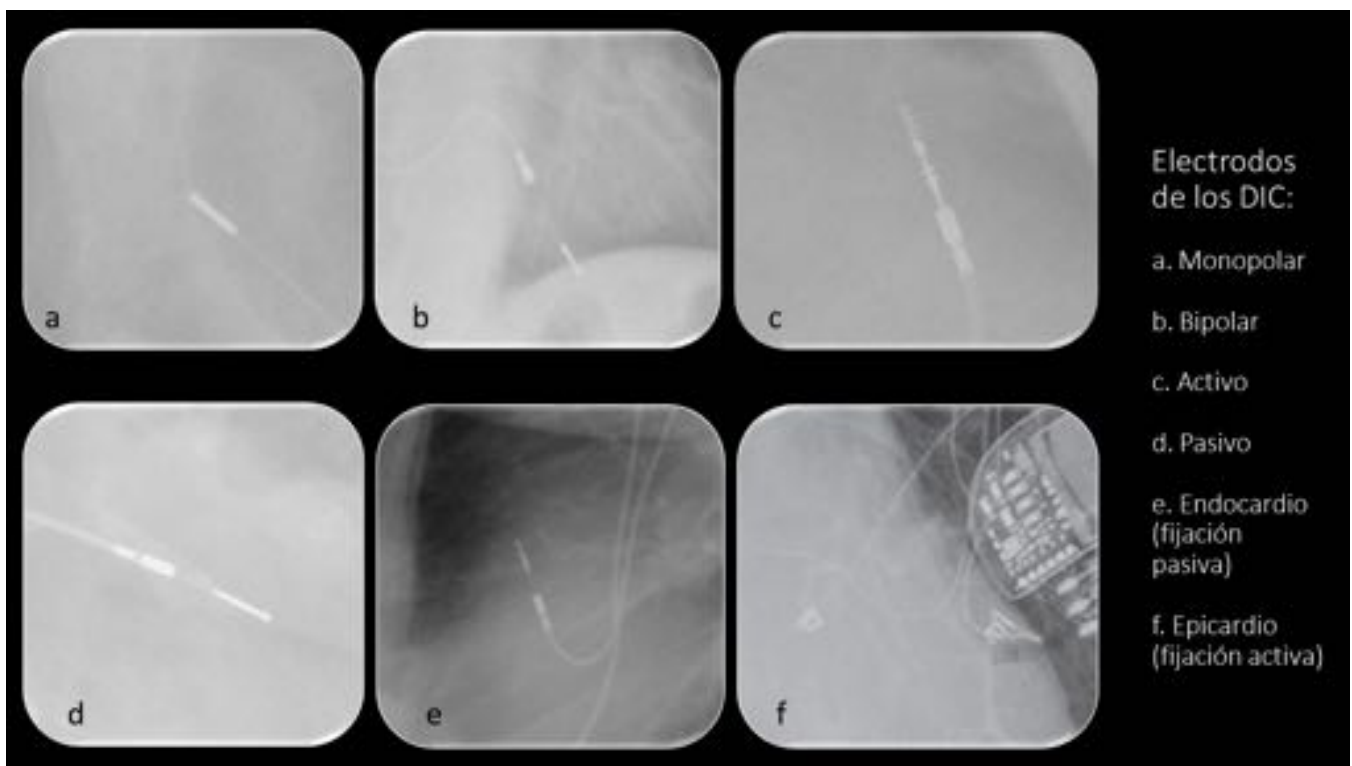


Fig. 8: Electrodos de los DIC

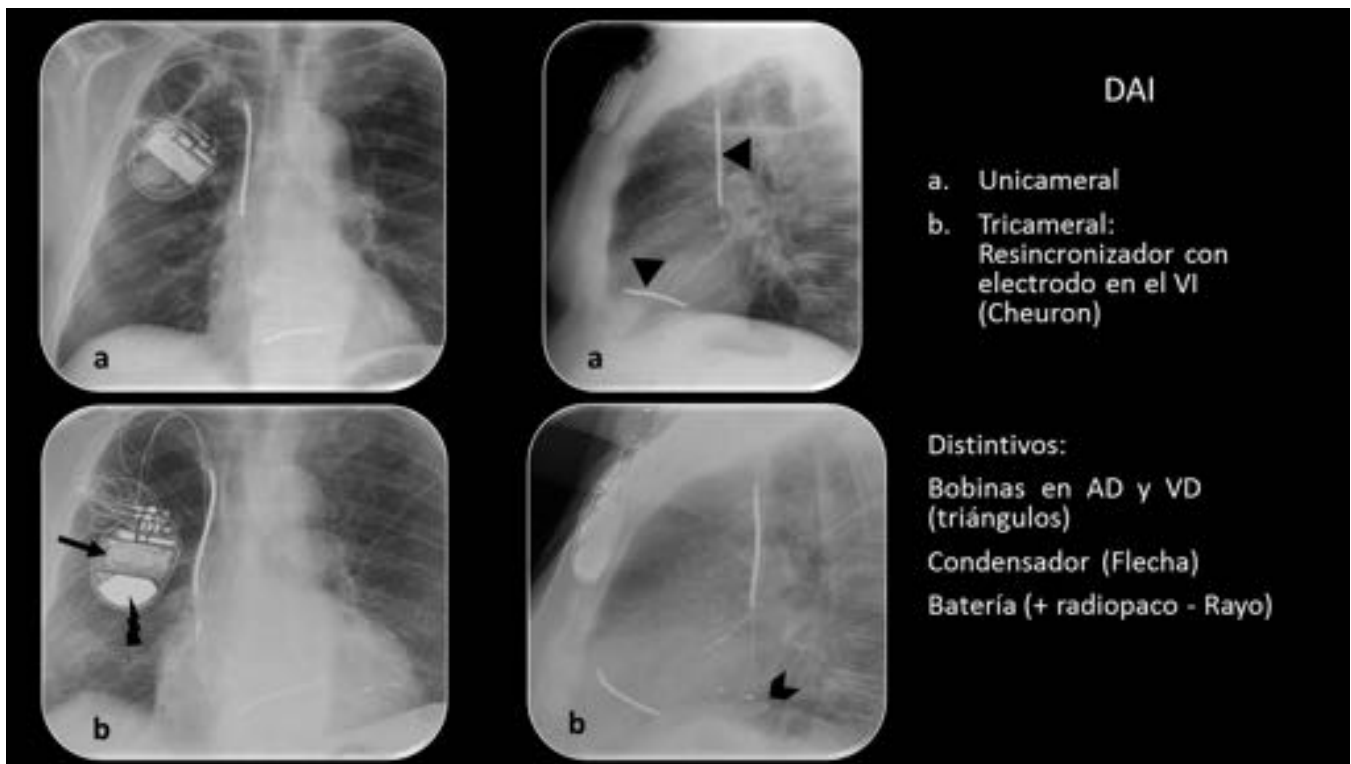


Fig. 9: Desfibrilador automático implantable- DAI

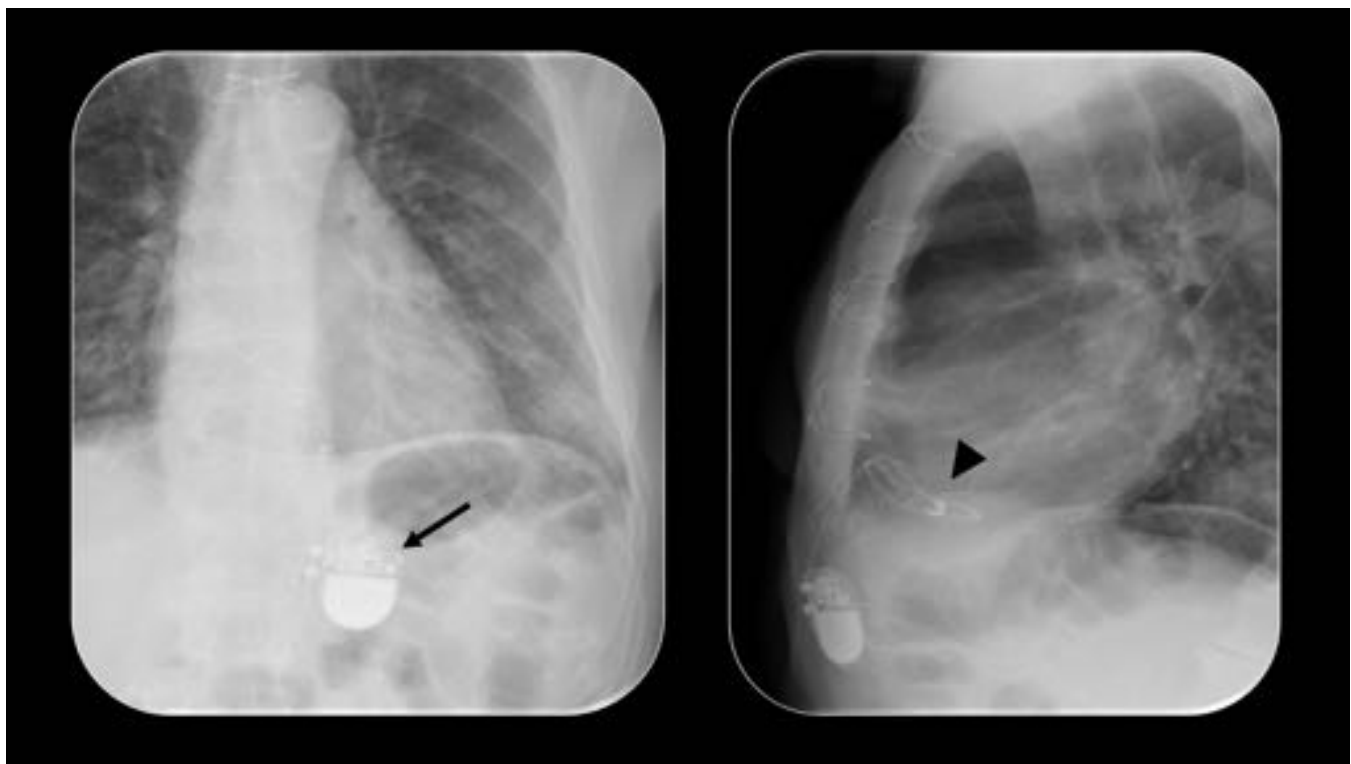


Fig. 10: MCP epigastrio (flecha) con electrodo en el epicardio (triángulo)

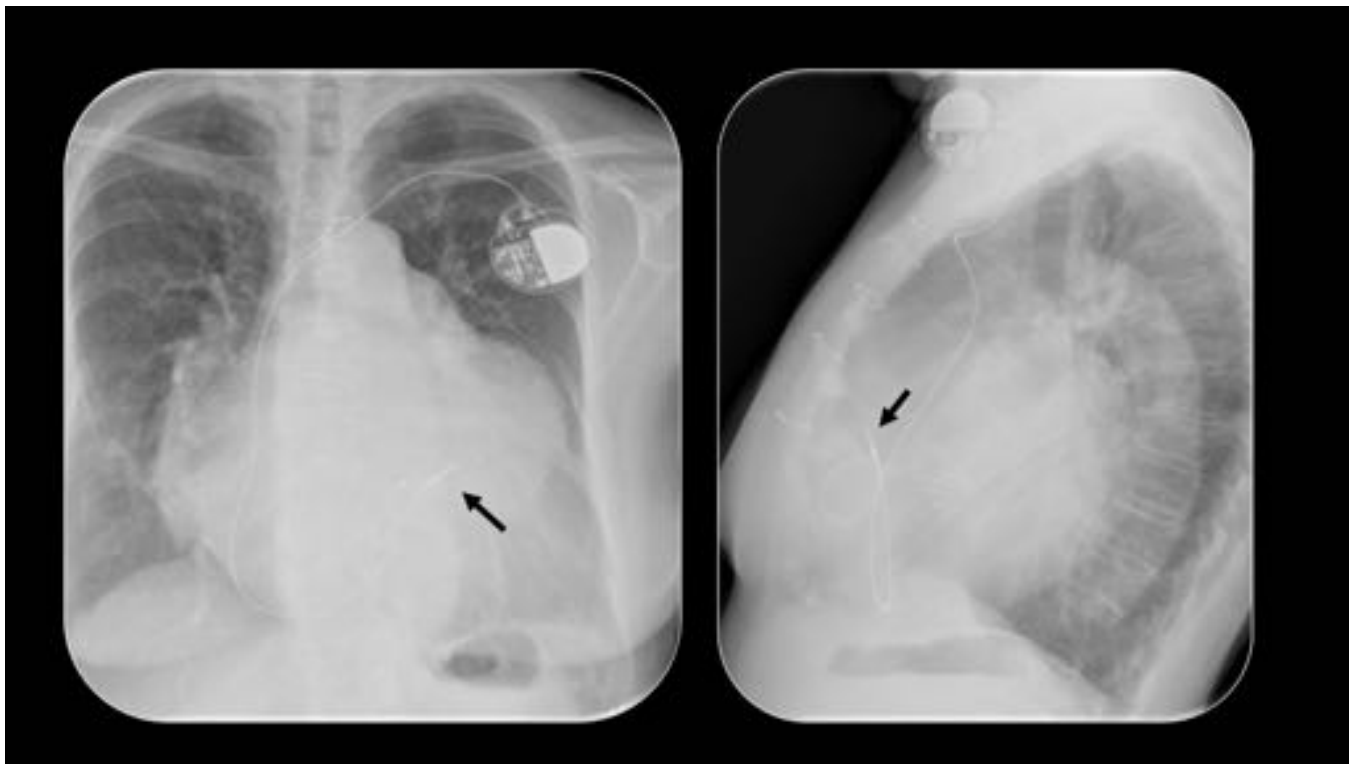


Fig. 11: MCP unicameral con electrodo activo fijado en el septo interventricular (flecha)







	Biotronik
	Boston Scientific
	Medtronic
	St Jude Medical
	Soria-Ela
	Vitatron

Fig. 12: Logotipos de los fabricantes de dispositivos intracardiacos

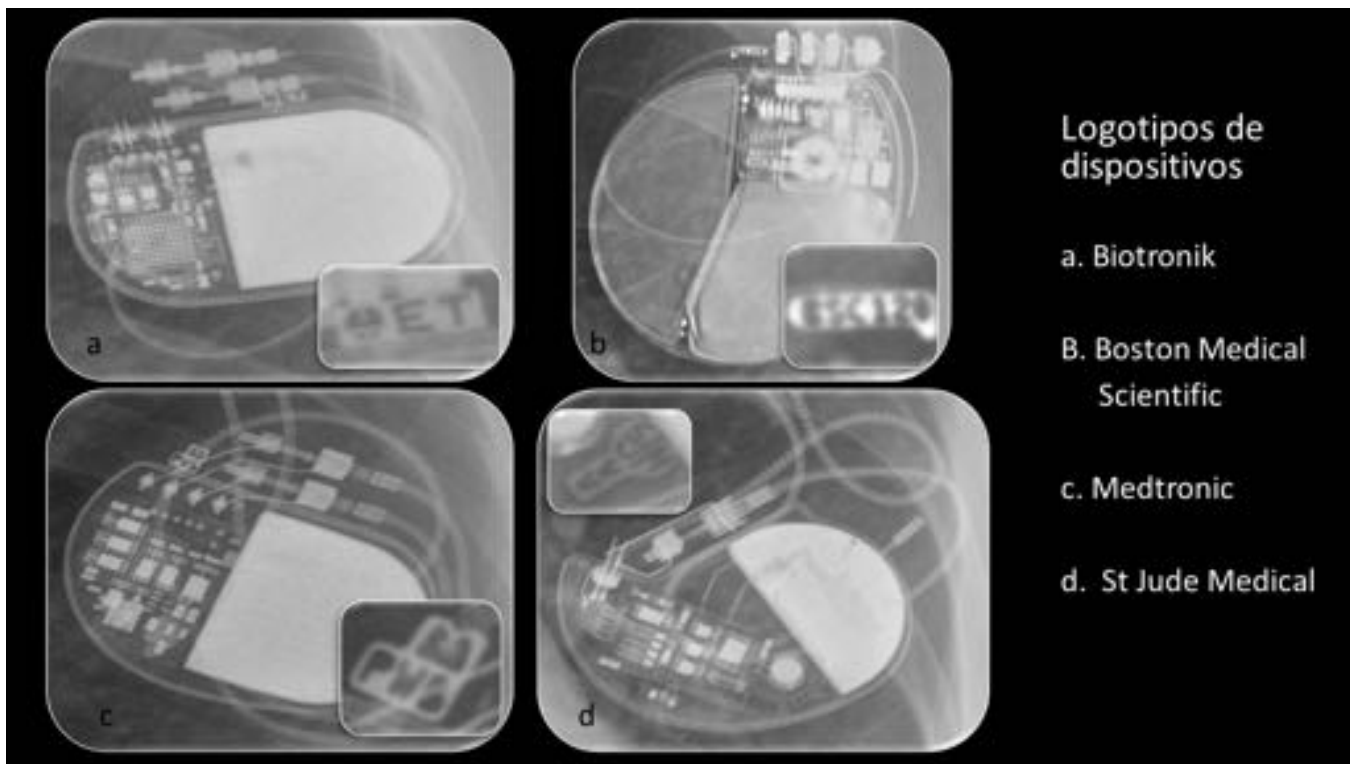


Fig. 13: Logotipos de los fabricantes de dispositivos intracardiacos

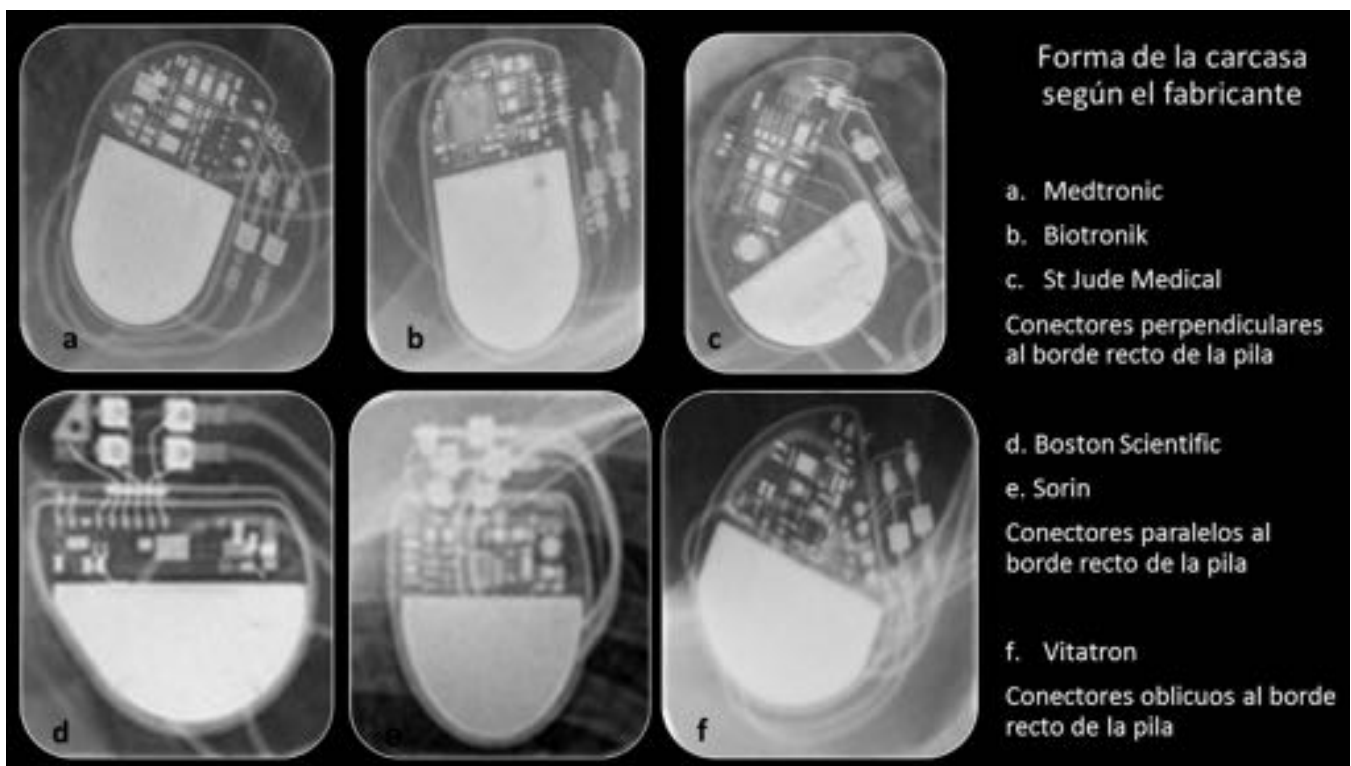


Fig. 14: Forma de la carcasa según el fabricante.

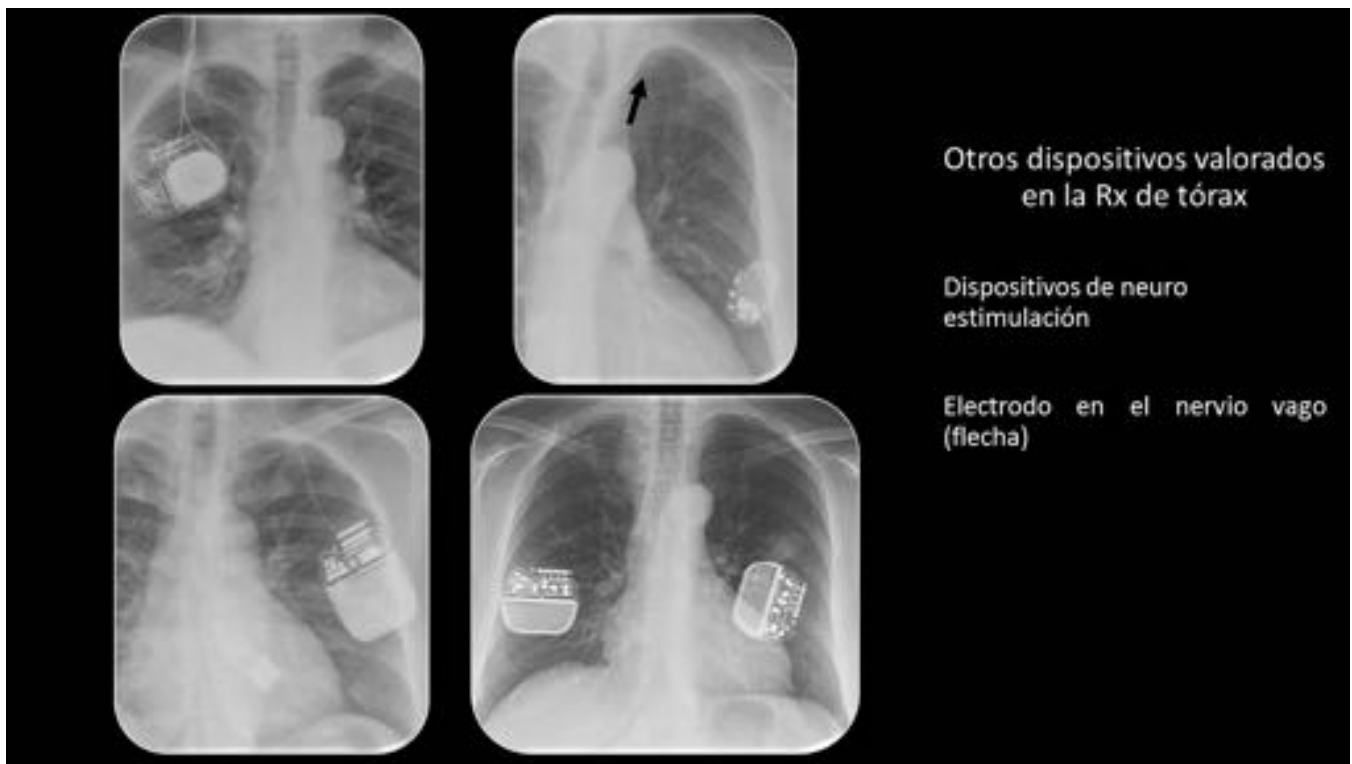


Fig. 15: Otros dispositivos valorados en la Radiografía de tórax

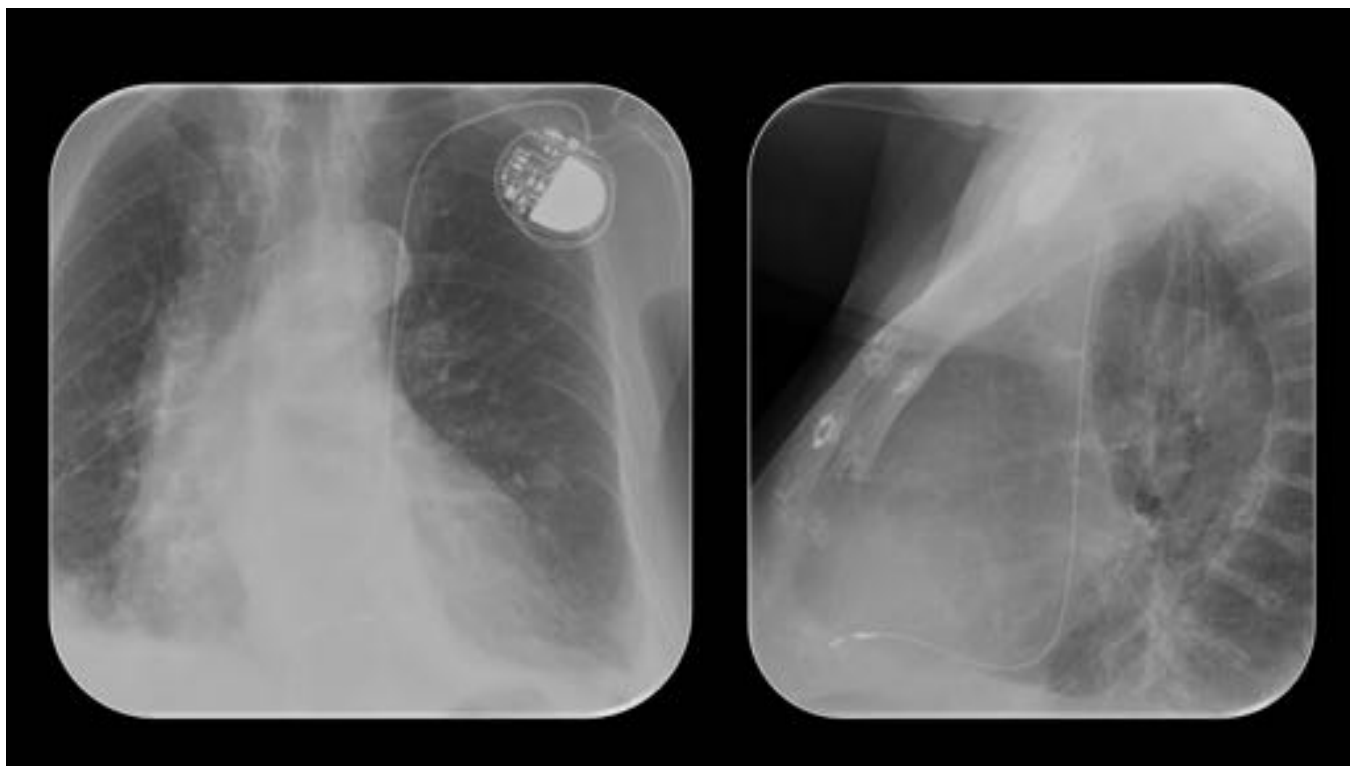


Fig. 16: Cable discurriendo por la vena cava superior izquierda persistente

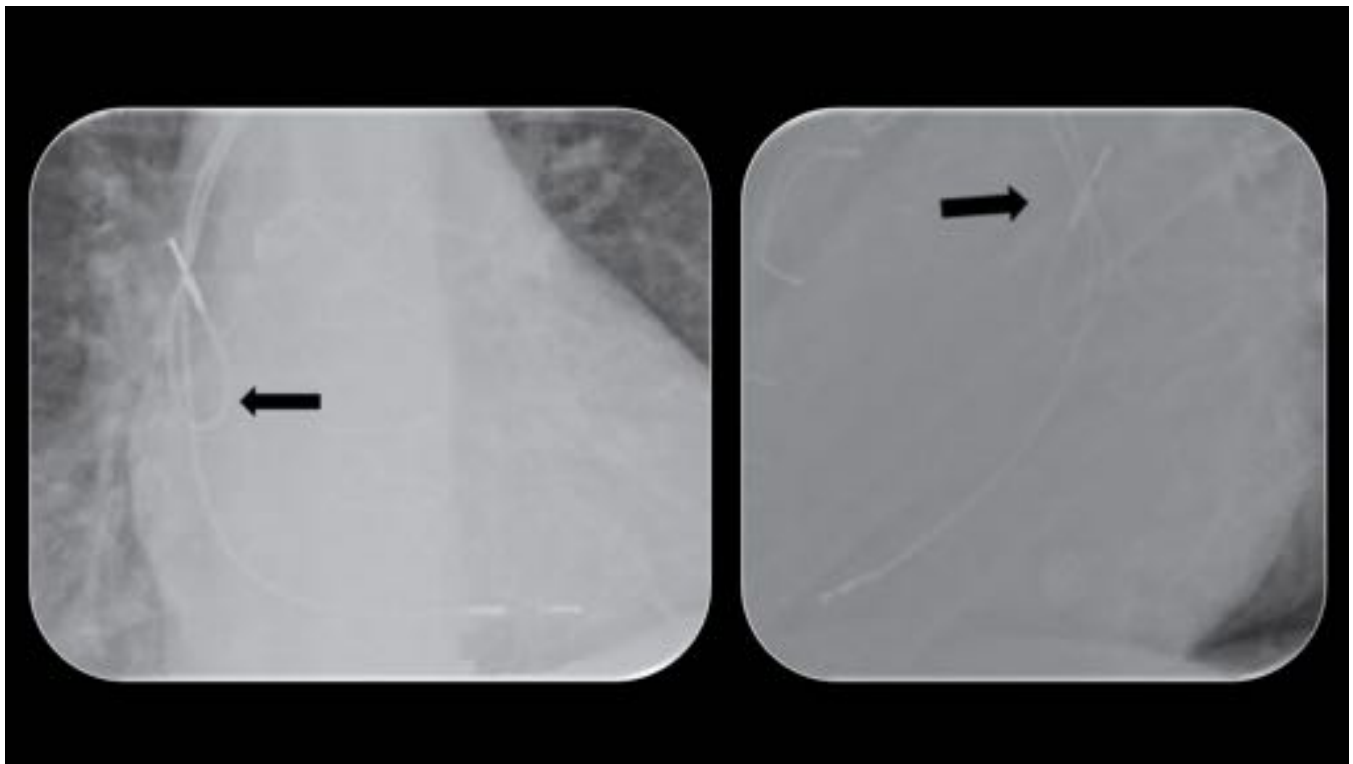


Fig. 17: Mal posición del electrodo auricular.

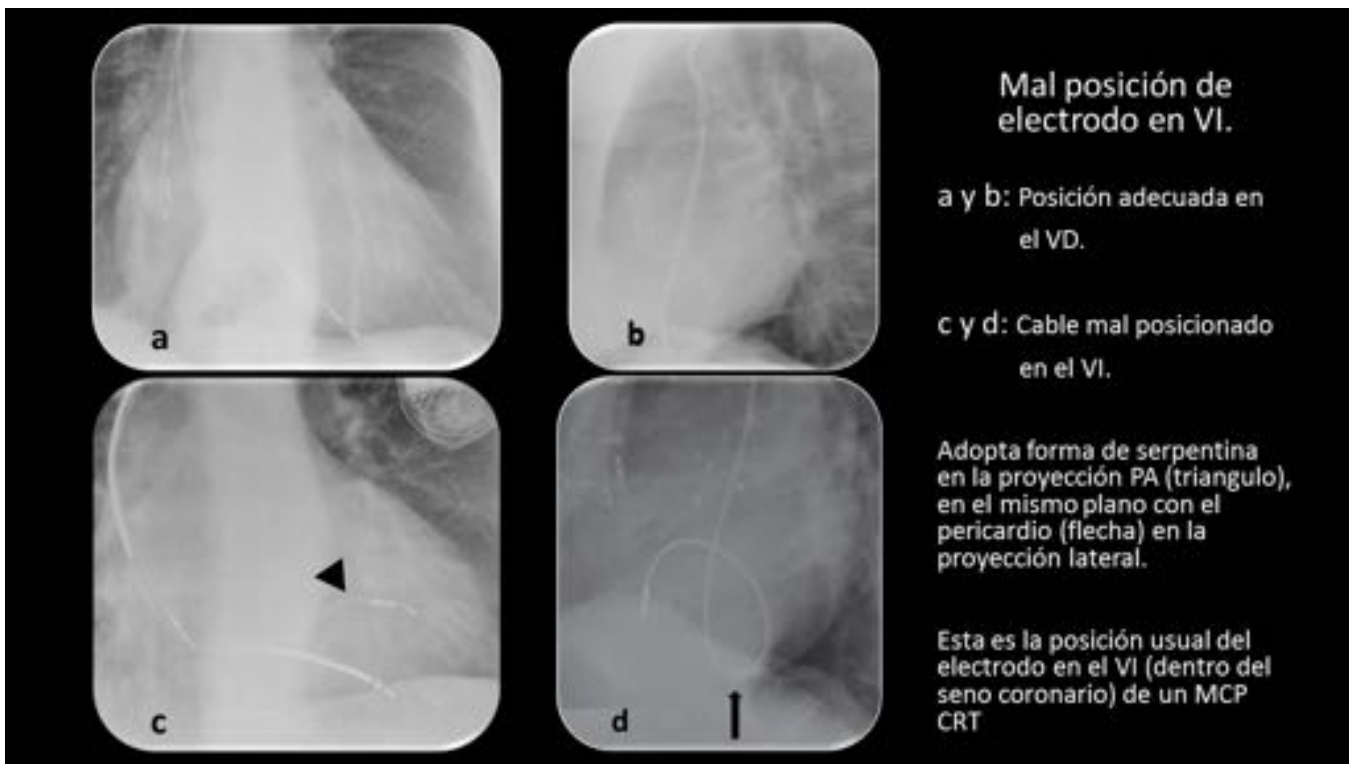


Fig. 18: Mal posición de electrodo en el VI

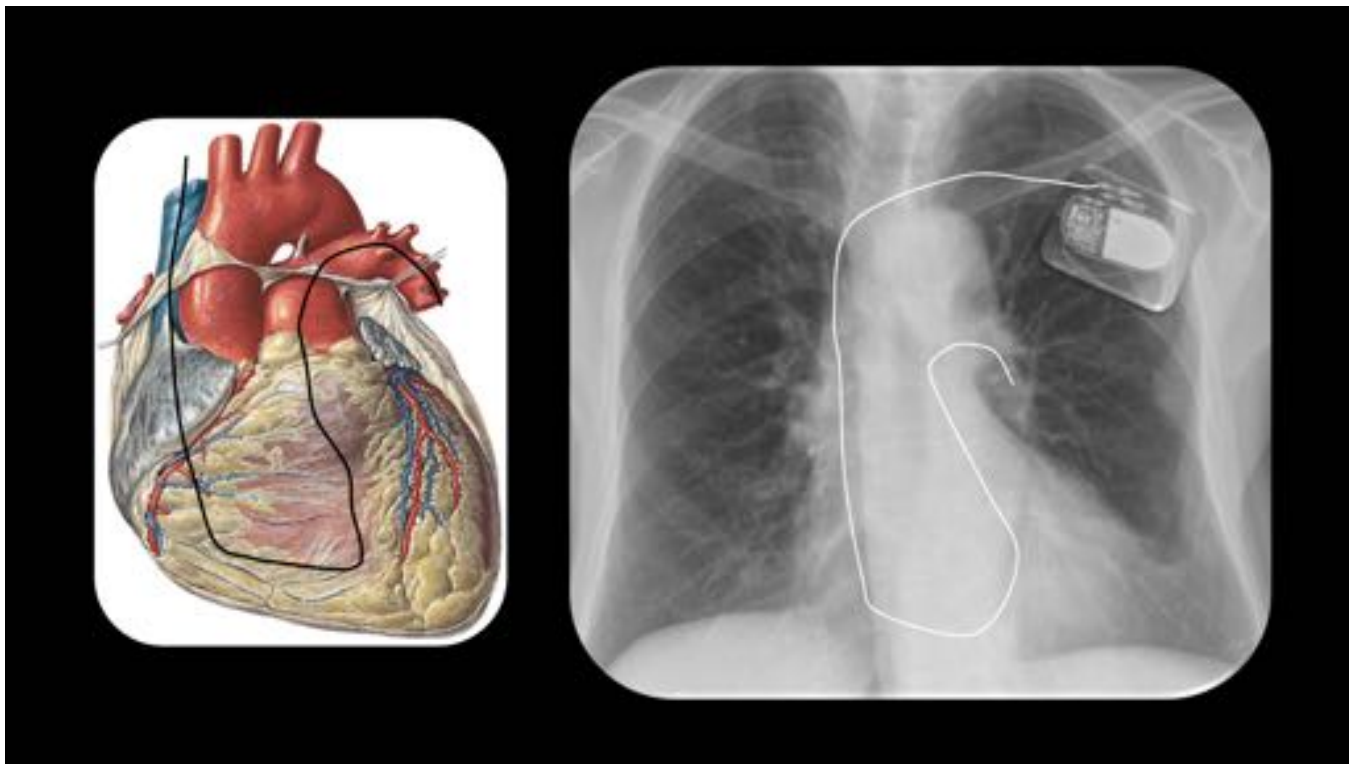


Fig. 19: Mal posición del electrodo. □ Teórico trayecto de un electrodo mal posicionado en la arteria pulmonar izquierda. Toma el curso □ como si fuese un catéter Swan ganz.

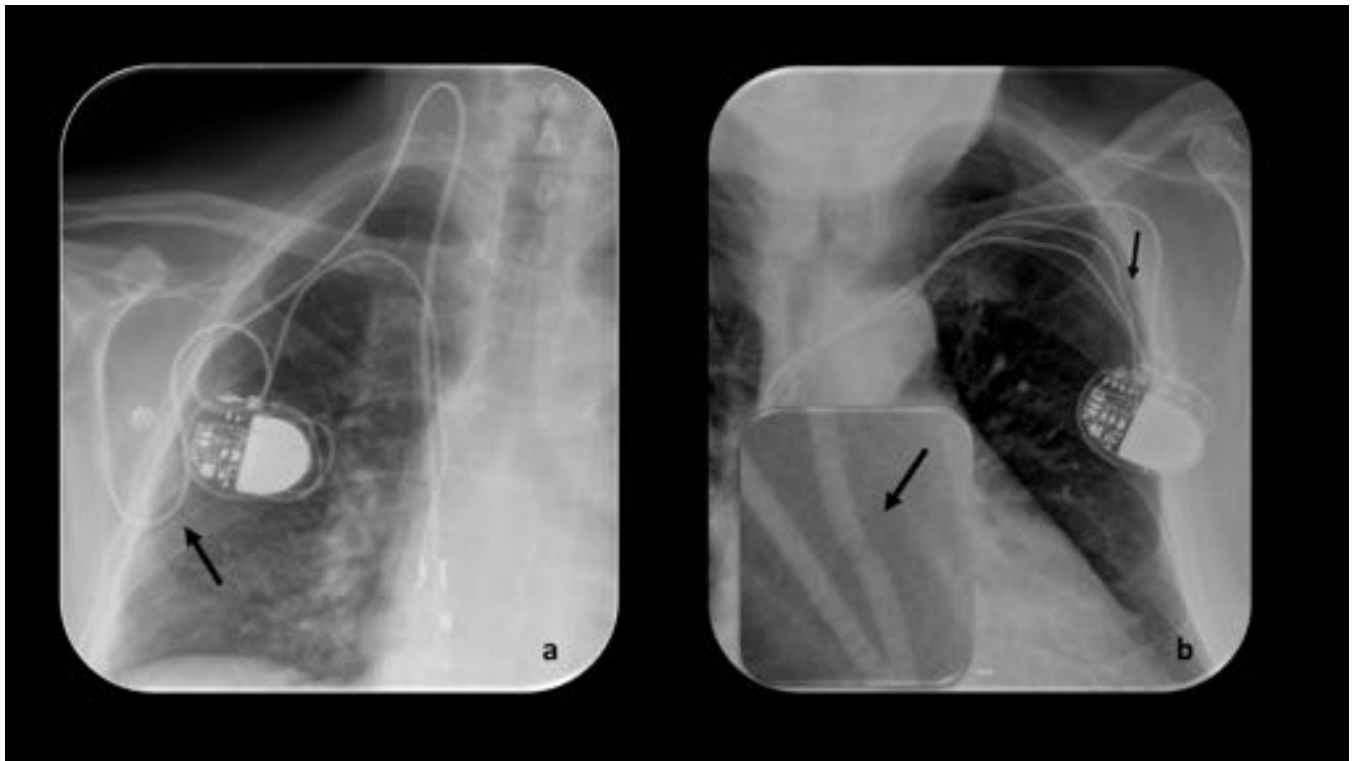


Fig. 20: a. Cable abandonado b. Rotura incompleta del cable



Fig. 21: Síndrome de Twiddler : Rotación del generador provocando la torsión del electrodo.

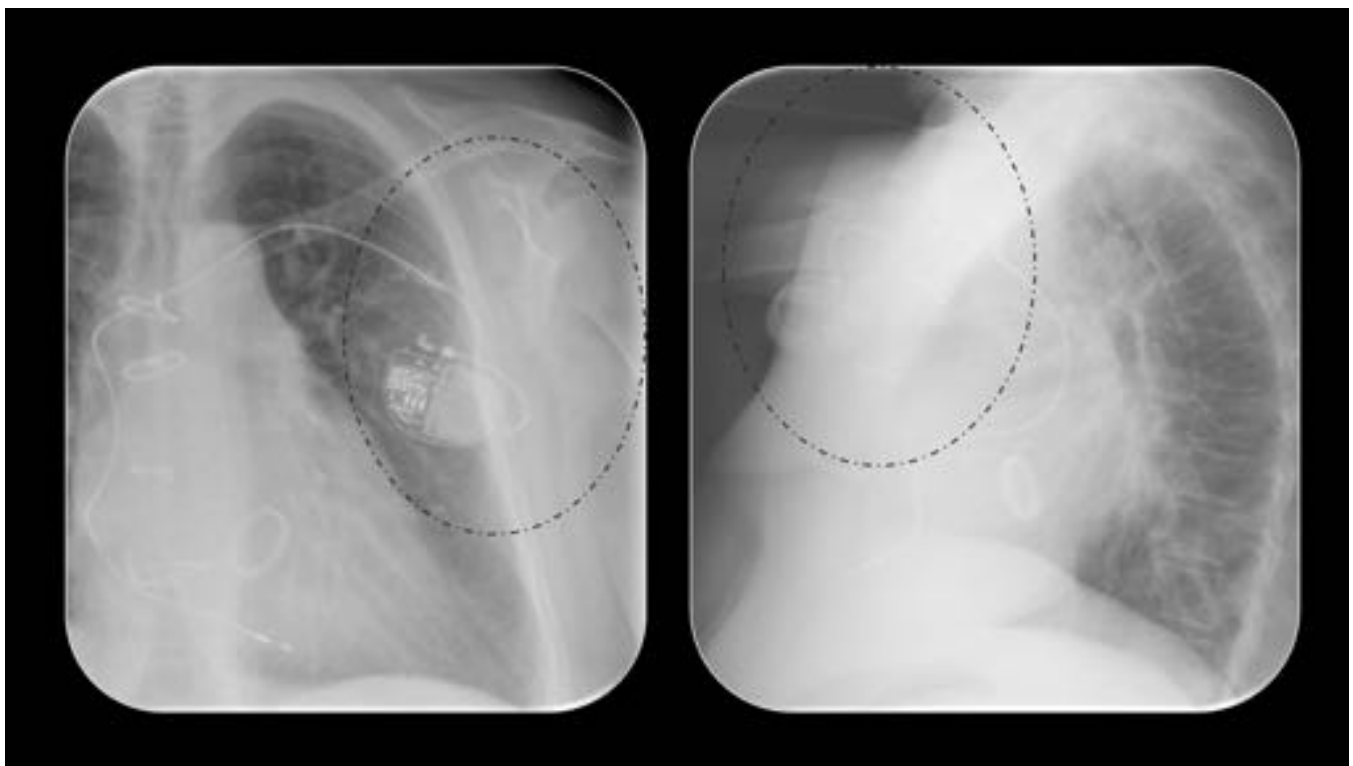


Fig. 22: Hematoma de pared torácica postimplantación de DIC (Ovalo)

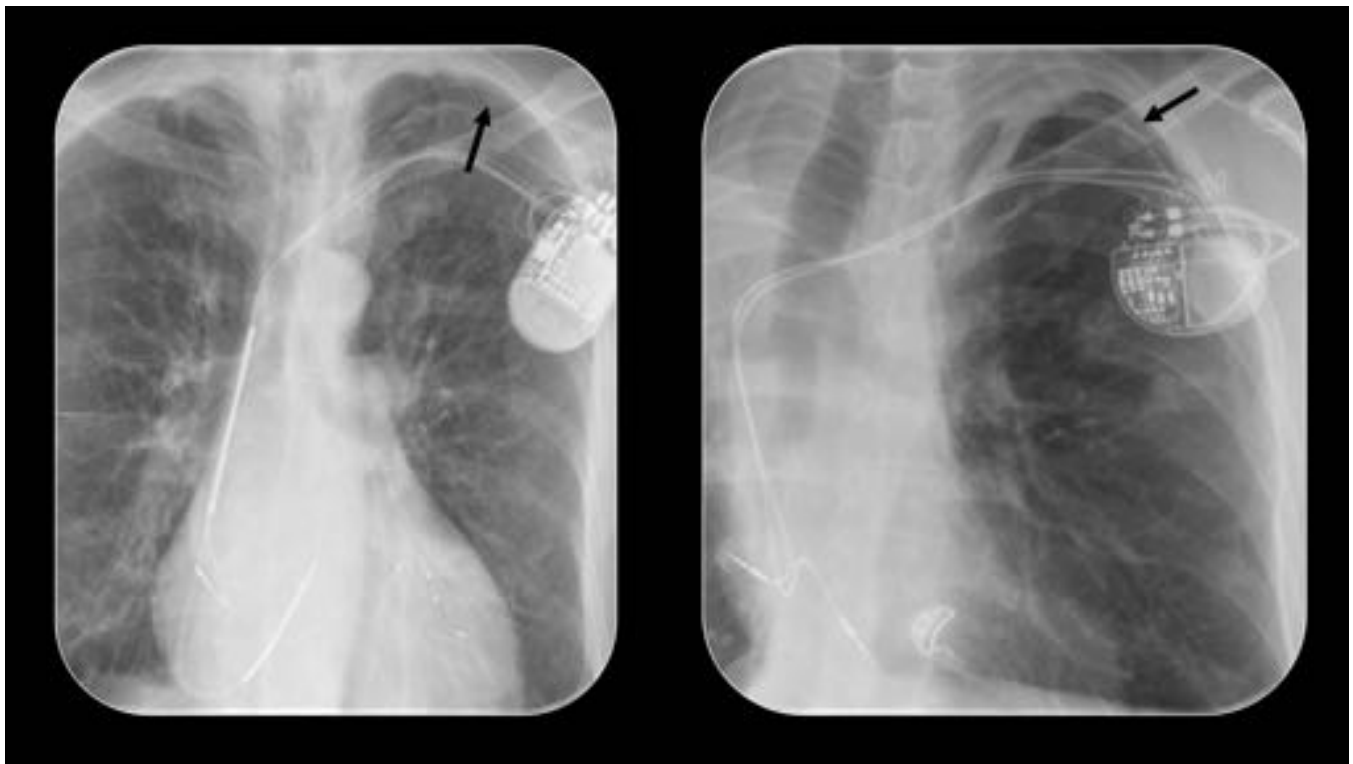


Fig. 23: Neumotorax postimplantación de DIC (flecha)

Iconos que identifican dispositivos compatibles con RM	
	<p>IRM Condicional</p> <p>El dispositivo es seguro para usar con RM en determinadas condiciones. En los MCP el icono se encuentra en la tarjeta del paciente portador del MCP compatible con RM condicionada</p>
	<p>IRM Inseguro</p> <p>Dispositivo peligroso, contraindica la realización de una RM. Marcapasos que no son específicamente diseñados para IRM, pertenecen a esta categoría</p>
	<p>IRM seguro</p> <p>No constituyen riesgo conocidos en los entornos de RM. Esta categoría incluye materiales diamagnéticos conocidos como seguros para RM</p>

Fig. 24: Iconos que identifican dispositivos compatibles con RM

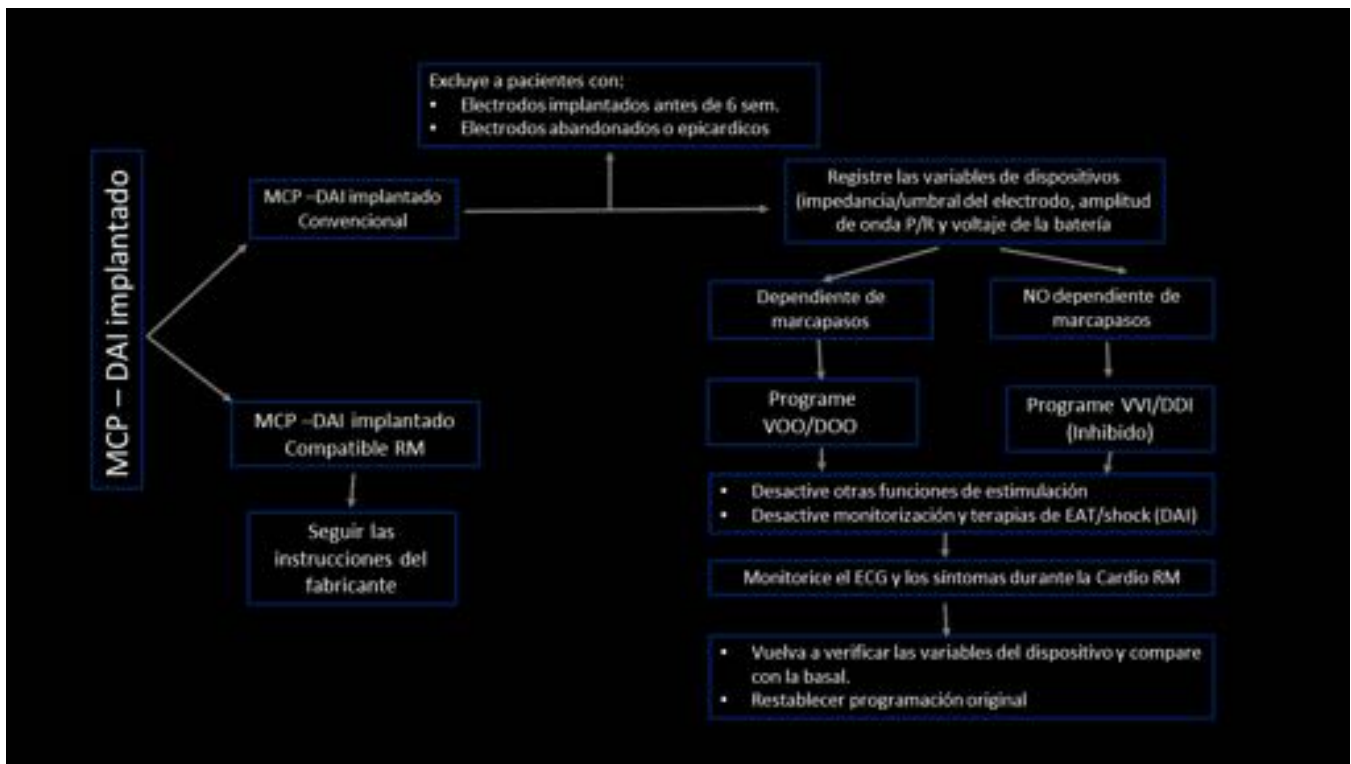


Fig. 25: Protocolo de seguridad previo a realización de una Cardio RM en pacientes con dispositivos cardíacos convencionales

	St Jude Medical	Medtronic	Boston Scientific	Biotronik	Sorin
Dispositivo	Accent IRM	Advisa IRM Enrhythm IRM Ensura IRM	Ingenio IRM Advantio IRM	Evia IRM Estella IRM	Reply IRM
Electrodo	Tendril IRM	CaptureFix IRM	Fineline II	Safio/Solia	Filtrea
Fijación electrodo	Activo	Activo y pasivo	Activo y pasivo	Activo y pasivo	Activo
Exclusión del tórax	No	No	No	Si	No
Tiempo limite de exploración	No	No	No	Si	no
Programación manual post IRM	Activado por el operador	Si	No (tiempo automatico)	Si	No
Max # de exploraciones	No	No		< 30 min x exploración, máx. 10 h	

Fig. 26: Marcapasos y electrodos en el mercado RM compatibles

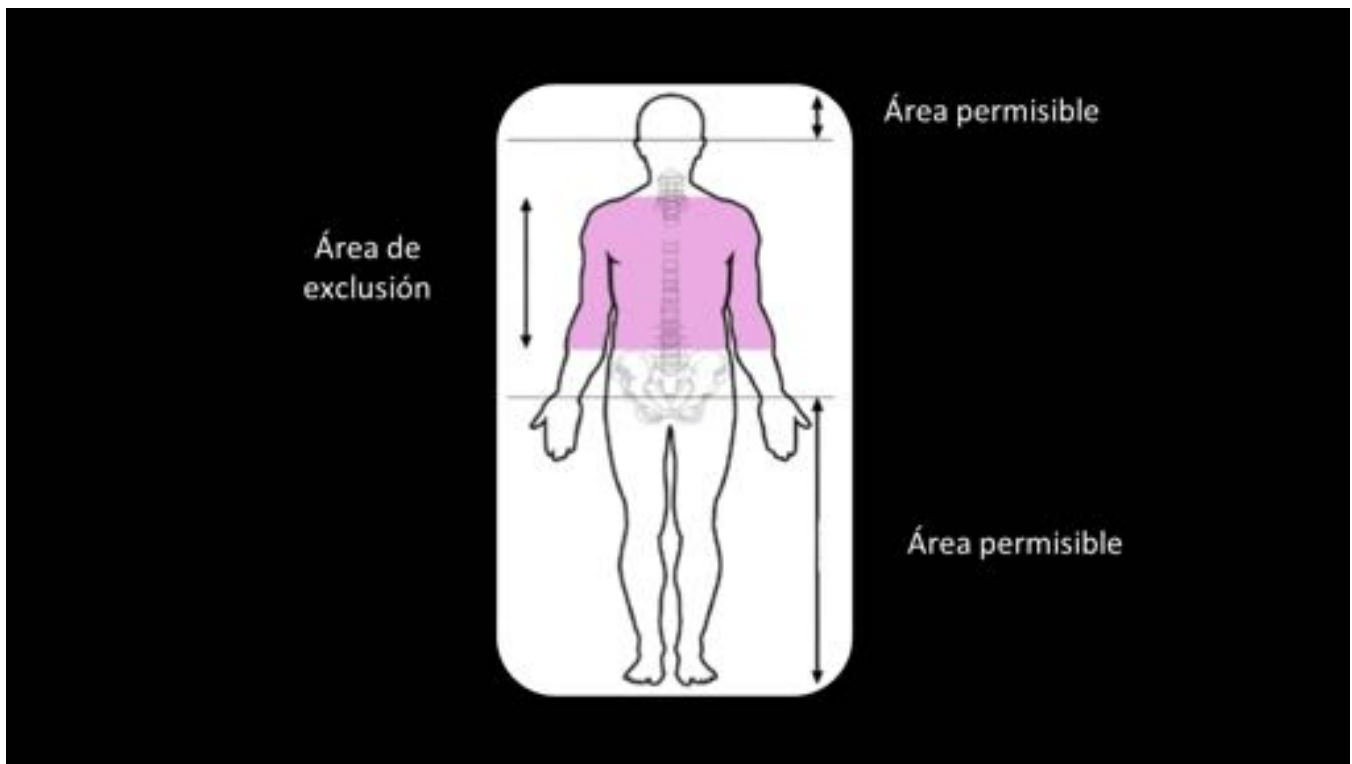


Fig. 27: Área restringida de exploración para MCP RM compatible de la serie ProIRM de BIOTRONIK (Otros fabricantes no presentar áreas de exclusión)

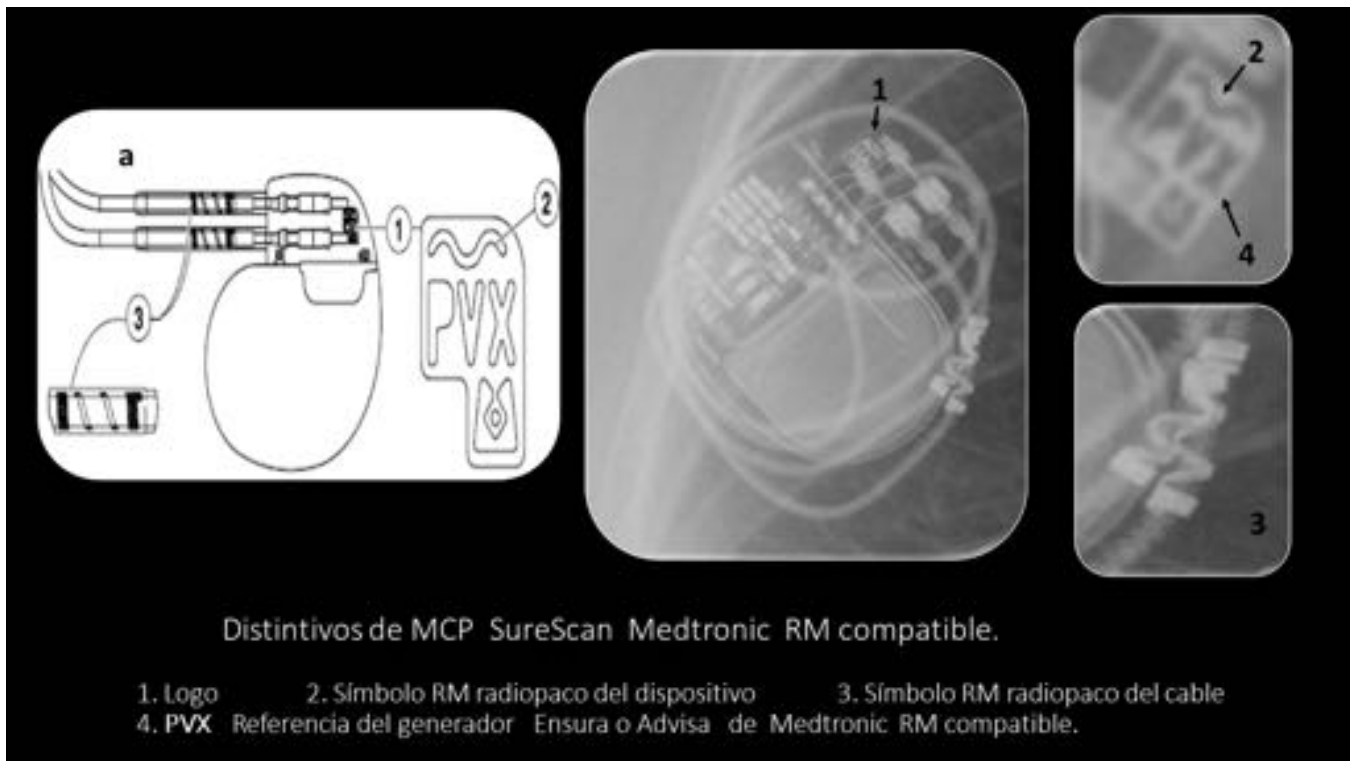


Fig. 28: Distintivos de MCP SureScan Medtronic RM compatible



Fig. 29: Distintivos de los diferentes fabricantes de Dispositivos intracardiacos RM compatible



Fig. 30: Diferencia de tiempo que permanecen los pacientes en modo asincrónico en un dispositivo compatible RM y un dispositivo con Sistema Kora 100 modo RM automático

Conclusiones

La radiografía de tórax ayuda en la identificación, evaluación de la integridad y en la valoración de posibles complicaciones o causas de mal funcionamiento, además ayuda a identificar los dispositivos intracardiacos compatibles para la realización de una RM bajo determinadas circunstancias

Bibliografía / Referencias

1. Raúl Coma Samartín, Óscar Cano Pérez, Marta Pombo Jiménez. Registro Español de Marcapasos. XI Informe Oficial de la Sección de Estimulación Cardíaca de la Sociedad Española de Cardiología (2013). *Rev Esp Cardiol* 2014;67:1024-38 - Vol. 67 Núm.12
2. N. Ruiz, F. Buisán, E. Fulquet. Marcapasos y desfibriladores automáticos implantables: implicaciones anestésicas y manejo perioperatorio. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* 2009; 56: 97-107.
3. Torres-Ayala SC, Santacana – Laffitte G, Maldonado J. Radiography of Cardiac Conduction Devices: A Picture Review of Pacemakers and Implantable Cardioverter Defibrillators. *Journal of Clinical Imaging Science* Vol. 4 Issue 4 Oct-Dec 2014.
4. António M Ferreira, Francisco Costa, António Tralhão, Hugo Marques, Nuno Cardim, Pedro Adragão. Medical Devices: Evidence and Research, Review MRI-conditional pacemakers: current perspectives. *Dove Press Journal* 2014; 7 115–124
5. S. Alandete Germán, E. de la Vía Oraá, J. Sales Sánchez, M.Domingo Montañana, S. Isarria Vidal, D. Uceda Navarro. Marcapasos y desfibriladores implantables, los desconocidos de la radiografía de tórax: Revisión, complicaciones y lectura sistemática. *European Journal of Radiology* 84 (2015) 499–508
6. Alan D. Bernstein, Jean-Claude Daubert, Ross D. Fletcher, David L. Hayes, Berndt Lüderitz, Dwight W. Reynolds, Mark H. Schoenfeld, and Richard Sutton. The Revised NASPE/BPEG Generic Code for Antibradycardia, Adaptive-Rate, and Multisite Pacing. *Journal of Pacing and Clinical Electrophysiology*, Volume 25, No. 2, February 2002