

Dispositifs cardiaques implantables : apport de l'imagerie médicale

Xavier Hamoir¹, Vincent Hamoir², Nathalie Pruvost², Jacques Kirsch¹

Implantable cardiac devices: contribution of medical imaging

This work sought to further clarify the contribution of medical imaging in the follow-up of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. Right after implementing these devices, chest radiography must be performed in order to precisely evaluate the position of the leads and exclude potential complications. These images constitute the basis for early and late surveillance, thereby enabling the detection of anomalies that may explain any clinical symptoms or electric troubles. CT scanner or Doppler ultrasound may assist under certain circumstances.

KEY WORDS

Implantable cardiac device, pacemaker, defibrillator, medical imaging, radiography

What is already known about the topic?

While chest X-rays are routinely performed as part of the cardiac pacemaker monitoring, there are only few medical specialists – including radiologists – able to detect any visible complications on imaging.

What does this article bring up for us?

As part of the pacemaker monitoring program, this article sought to provide a reminder on the normal and pathological semiology in conventional thoracic radiography, as well as on potential role of ultrasound and CT.

L'objectif de cet article est de préciser la contribution de l'imagerie dans le suivi des pacemakers et défibrillateurs implantables. La mise en place de ces appareils nécessite un contrôle radiographique en post-procédural immédiat afin de s'assurer du bon positionnement des sondes et de l'absence de complication. Ces images serviront de référence pour les contrôles radiographiques à moyen et long terme, permettant parfois de détecter des anomalies pouvant expliquer certains symptômes ou troubles électriques apparaissant occasionnellement lors du suivi. Il pourra être utile alors, dans certains cas, de réaliser en complément un scanner et/ou une échographie doppler.

Que savons-nous à ce propos ?

Les radiographies du thorax réalisées dans le cadre du suivi des stimulateurs cardiaques sont des examens fréquemment réalisés en routine clinique mais peu de médecins spécialistes y compris les radiologues sont capables de déceler toutes les complications visibles en imagerie.

Que nous apporte cet article ?

Dans le cadre du suivi des stimulateurs cardiaques, il rappelle la sémiologie normale et pathologique en radiographie conventionnelle du thorax et nous précise le rôle éventuel de l'échographie et du scanner

INTRODUCTION

Les indications de pose de dispositifs cardiaques implantables (pacemakers et défibrillateurs) sont de plus en plus larges ces dernières années et dès lors, très logiquement, les complications secondaires à ces implants sont rencontrées plus fréquemment. Bon nombre de ces complications sont visibles en imagerie. Notre objectif sera de décrire la plupart de ces anomalies décelables afin de contribuer à leur détection plus précoce car si les cardiologues y sont souvent confrontés, ce n'est pas le cas de la majorité des autres praticiens qui pour la plupart y sont peu familiarisés.

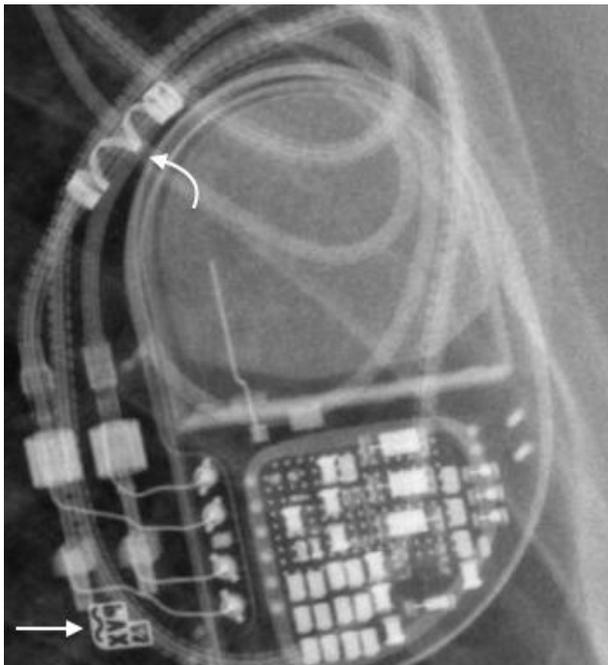
ASPECT NORMAL EN RADIOGRAPHIE DU THORAX

A) PACEMAKERS

Ils sont constitués le plus souvent d'un boîtier étanche en titane contenant un générateur d'impulsions programmable avec une batterie au lithium relié à une ou plusieurs sonde(s) qui comportent une ou plusieurs électrode(s) à leur extrémité.

Sur le boîtier du générateur, un logo radio-opaque permet d'identifier la firme de production du matériel. À proximité de ce logo, un éventuel indice radio-opaque supplémentaire confirmera ou non le caractère IRM compatible (fig.1) qui concerne la majorité des stimulateurs récents. Il est important de préciser que la réalisation d'une IRM est conditionnée non seulement à l'existence d'un boîtier compatible mais aussi à la compatibilité des sondes.

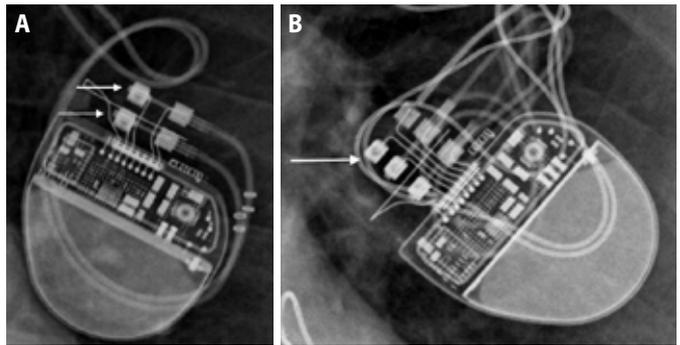
Figure 1



Agrandissement sur une radiographie du thorax de face montrant un boîtier IRM compatible attesté par le logo du constructeur (flèche droite) et une sonde IRM compatible, attestée par la spirale métallique engainant la partie proximale de cette sonde (flèche courbe).

Le générateur est habituellement placé en sous-cutané dans la fosse sous-clavière gauche. Rarement, il peut être placé dans la région sous-clavière droite, sur la ligne axillaire, en sous-mammaire ou profondément sous le muscle grand pectoral (1).

Figure 2



Agrandissements d'une radiographie du thorax de face centrés sur des boîtiers de pacemakers.

- A : deux broches (flèches) sont correctement engagées dans le boîtier : elles dépassent de quelques millimètres vers la droite le plot de branchement le plus interne.
- B : la broche de la sonde la plus craniale n'est pas suffisamment engagée (flèche) car elle ne dépasse pas le plot.

Une ou plusieurs sondes sont branchées sur le générateur dans un bloc de connexion via une broche de connexion (*terminal connector pin*) avec un engagement qui peut être vérifié en radiographie conventionnelle (fig.2).

Les sondes IRM compatibles comportent un indice radio-opaque dans leur portion proximale près du boîtier (fig.1).

Les sondes pénètrent dans la circulation veineuse via la veine sous-clavière ou plus rarement la veine céphalique ou la veine jugulaire.

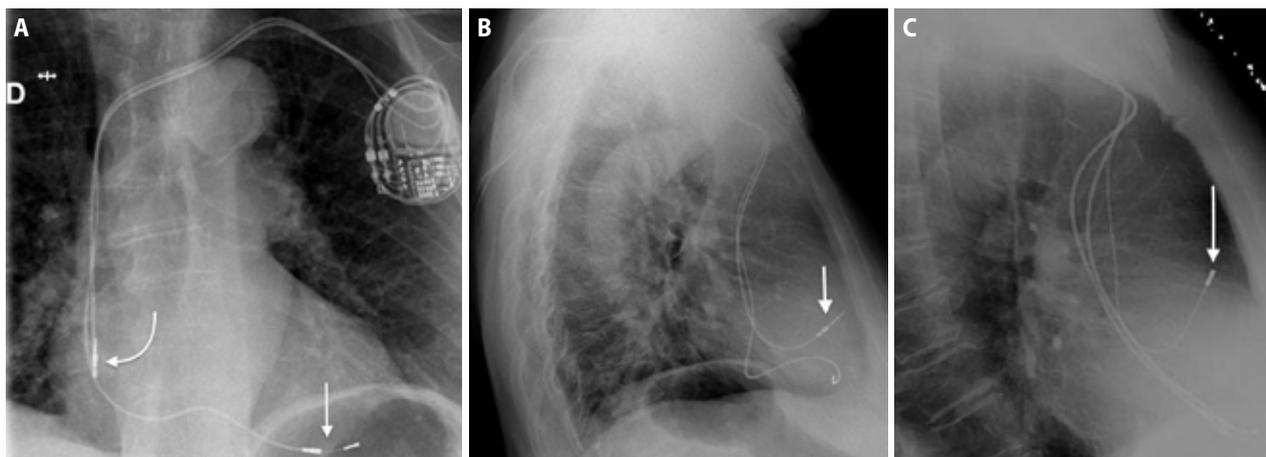
Très rarement, il n'y a pas d'abord veineux mais les sondes sont accrochées directement sur l'épicarde après sternotomie ou mini-thoracotomie.

Les sondes seront fixées à la paroi du cœur de manière passive ou active.

Quand la fixation est passive, elle sera radio-transparente (ancrage aux trabécules cardiaques par des dents, hélices, ailettes ou structures coniques avec installation d'une fibrose en six à douze semaines). Lorsque la fixation est active, elle sera radio-opaque et bien reconnaissable en radiographie standard par vissage hélicoïdal pénétrant le myocarde (2).

Les électrodes sont le plus souvent bipolaires (fig.3) et on reconnaît sur les radiographies deux pièces métalliques situées sur la portion intracardiaque de la sonde constituant 2 pôles séparés d'une distance maximale de 20 mm l'un de l'autre, le pôle proximal constituant l'anode (pôle positif) d'aspect variable, parfois en forme de bague de faible épaisseur et le pôle distal (à l'extrémité de la sonde) formant la cathode (pôle négatif). Plus rarement la sonde est unipolaire avec une électrode métallique à l'extrémité de la sonde constituant la cathode, le boîtier faisant alors fonction d'anode (fig.3).

Figure 3

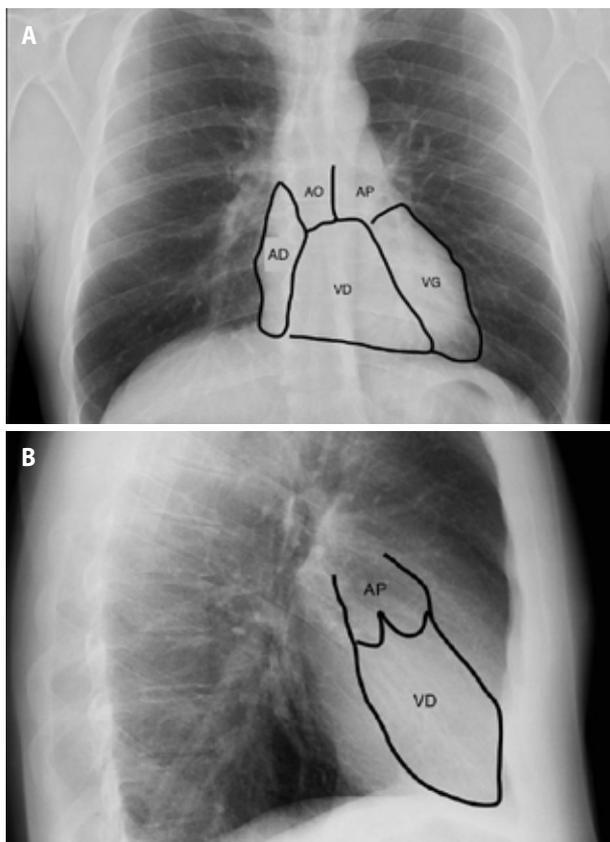


Radiographies du thorax montrant les deux types d'électrodes.

A : cliché de face montrant une sonde à électrode bipolaire (flèche droite) dans le ventricule droit et une sonde auriculaire droite dont on ne peut préciser le caractère uni ou bipolaire vu la superposition possible de deux poles (flèche courbe). B : chez le même patient, sur le cliché de profil, confirmation du caractère bipolaire de la sonde auriculaire droite (flèche) avec une bague métallique proximale un peu différente de la sonde ventriculaire.

C : chez un autre patient, cliché de profil montrant une électrode unipolaire à l'extrémité de la sonde auriculaire (flèche).

Figure 4



Anatomie cardiaque sur des radiographies thoraciques.

A : cliché radiographique de face montrant l'aorte (AO), l'artère pulmonaire (AP), l'atrium droit (AD), le ventricule droit (VD), et le ventricule gauche (VG).

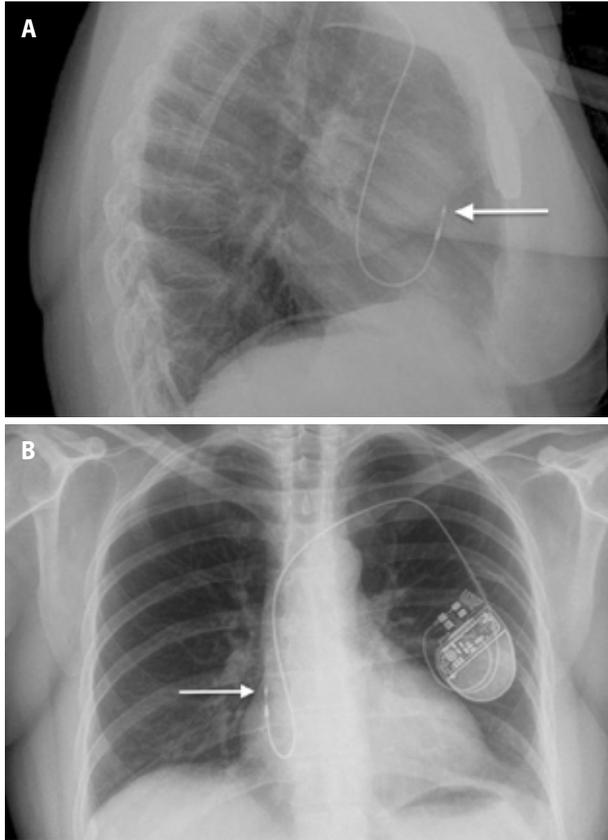
B : cliché radiographique de profil montrant le ventricule droit (VD) et l'artère pulmonaire (AP).

Reconnaître sur les radiographies standard les différentes structures anatomiques cardiaques permettra de vérifier le positionnement correct du matériel (fig.4).

Plusieurs configurations peuvent exister dont voici les principales.

- La première correspond à une sonde de stimulation intracardiaque unique placée au niveau de l'atrium droit (exceptionnellement dans certaines dysfonctions sinusales) ou plus fréquemment dans le ventricule droit (en particulier dans le cas de fibrillation auriculaire permanente acceptée avec conduction auriculo-ventriculaire très ralentie).
 - En cas de sonde unique atriale, localisée dans l'auricule droit, site de prédilection (fig.5), la radiographie du thorax montrera classiquement sur le cliché de profil un trajet en forme de « J », l'extrémité de la sonde pointant vers le haut et l'avant dans la partie supérieure de la silhouette cardiaque. Sur le cliché de face, l'angle de courbure de la sonde paraîtra plus aigu, avec une extrémité qui pointe vers le haut à gauche ou à droite ou parfois se superposera à la composante plus proximale de la sonde (3). Elle présentera classiquement un mouvement d'essuie-glace en scopie de face. Il faut noter que les sondes atriales ne présentent pas toujours une forme classique en « J » mais parfois un aspect de « L » ou intermédiaire. Elles peuvent même occasionnellement être presque droites sans être décrochées (en ce qui concerne les sondes à fixation active). Une telle position doit toutefois être signalée au cardiologue.

Figure 5



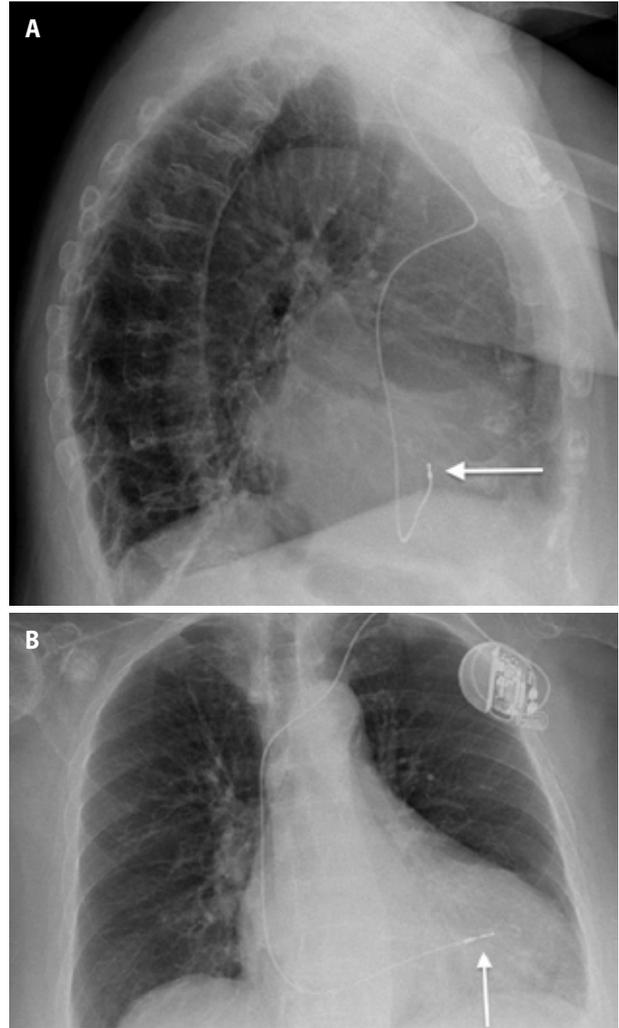
Clichés radiographiques montrant une sonde auriculaire unique correctement placée dans l'auricule droit.

- A: cliché de profil montrant une courbure en "J" de la sonde dont l'extrémité pointe vers le haut et l'avant (flèche).
B: cliché de face montrant une des projections possibles de l'extrémité de la sonde à droite de la portion descendante de la sonde (flèche).

– En cas de sonde unique ventriculaire droite positionnée le plus souvent au niveau apical (fig.6), la radiographie du thorax montrera sur le cliché de profil une sonde se projetant dans la partie inférieure de la silhouette cardiaque avec une extrémité qui pointe en avant et sur le cliché de face une extrémité placée dans la partie inférieure gauche (apex ventriculaire droit) du cœur, à gauche de la colonne vertébrale. Rarement, si l'apex du ventricule droit ne convient pas, la sonde sera placée dans la chambre de chasse du ventricule droit ou fixée au niveau du septum interventriculaire (fig.7).

- La deuxième configuration, la plus fréquente, correspond à la stimulation bicamérale (pacemaker double chambre) avec la présence de 2 sondes d'électrostimulation, l'une placée dans le ventricule droit et l'autre placée dans l'atrium droit (en cas de bloc auriculo-ventriculaire de haut degré ou de maladie du sinus avec présence ou risque d'un tel bloc).

Figure 6

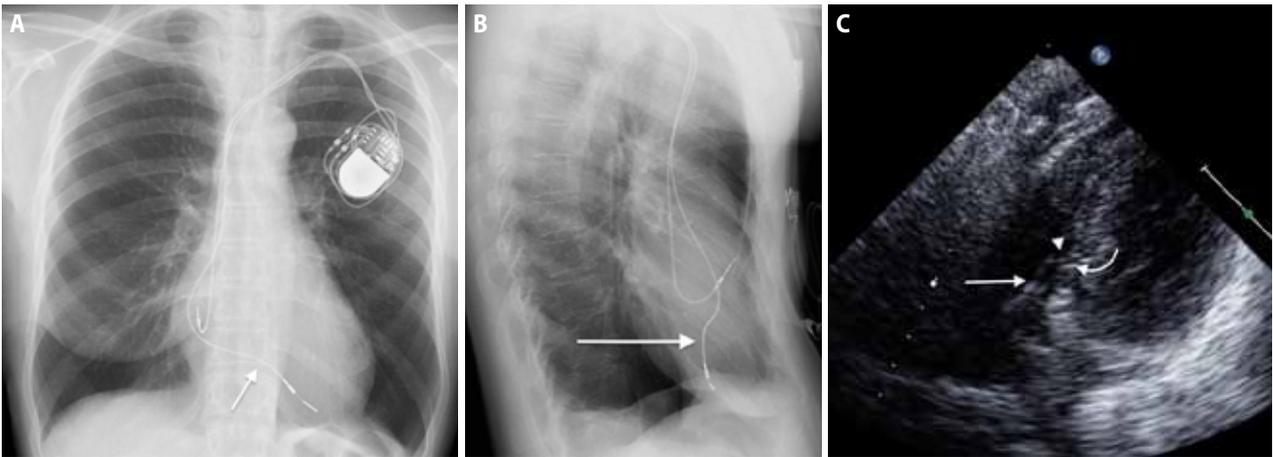


Clichés radiographiques montrant une sonde ventriculaire unique correctement placée.

- A: cliché de profil montrant une extrémité qui pointe vers le haut et l'avant (flèche).
B: cliché de face montrant une extrémité qui pointe à gauche à distance de la ligne médiane au niveau de l'apex du ventricule droit (flèche).

- Le troisième cas de figure appelé resynchronisation ventriculaire fait appel à une stimulation biventriculaire qui correspond au placement d'une sonde supplémentaire placée le plus souvent par voie veineuse (via le sinus coronaire) au contact de la surface externe du ventricule gauche. En cas d'association d'une telle stimulation à une stimulation atriale, on obtient ainsi un pacemaker triple chambre. La sonde ventriculaire gauche permet de resynchroniser les ventricules en cas d'insuffisance cardiaque avec asynchronisme (en particulier en cas de bloc de branche gauche complet avec QRS très élargi). Sur le cliché de face, la sonde se projette sur l'atrium droit et franchit plus distalement la ligne

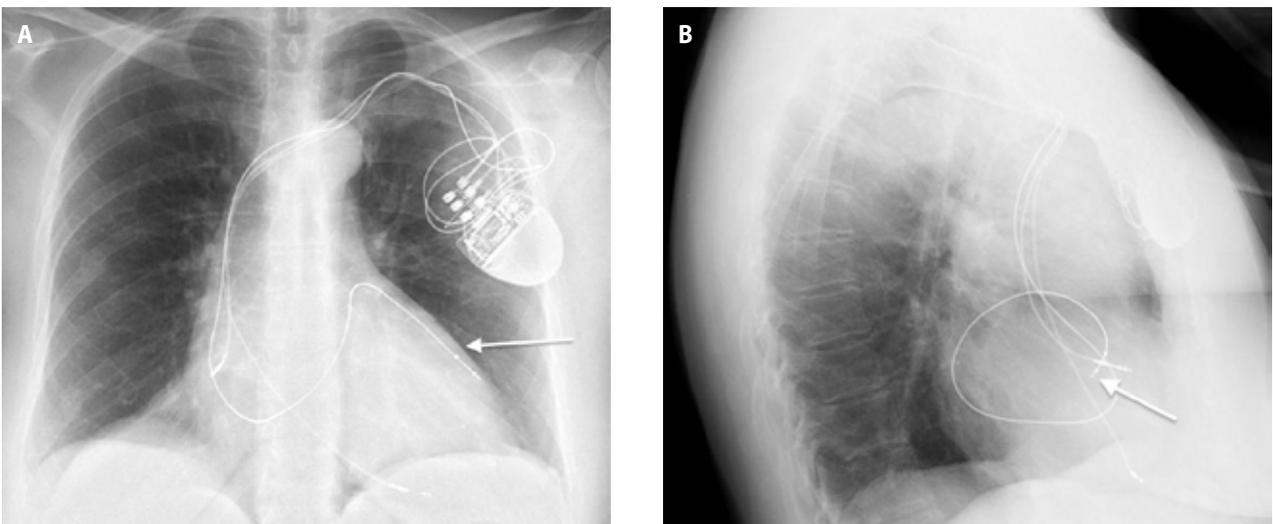
Figure 7



Radiographies du thorax et échographie montrant un patient porteur d'une sonde auriculaire droite et d'une sonde ventriculaire droite.

- A : sur le cliché de face, la sonde ventriculaire a un trajet un peu sinueux intracardiaque convexe vers le haut (flèche).
- B : sur le cliché de profil, on remarque dans le cœur un trajet inhabituel serpigneux avec une coudure et un court segment à direction postérieure suivi d'un segment à direction verticale inférieure de la sonde dont l'extrémité distale pointe vers le bas assez loin du bord antérieur du thorax (flèche) : elle correspond à une fixation distale au septum interventriculaire.
- C : l'échographie cardiaque montre la sonde ventriculaire droite (flèche) dont l'extrémité (pointe de flèche) est accolée au septum interventriculaire (flèche courbe).

Figure 8



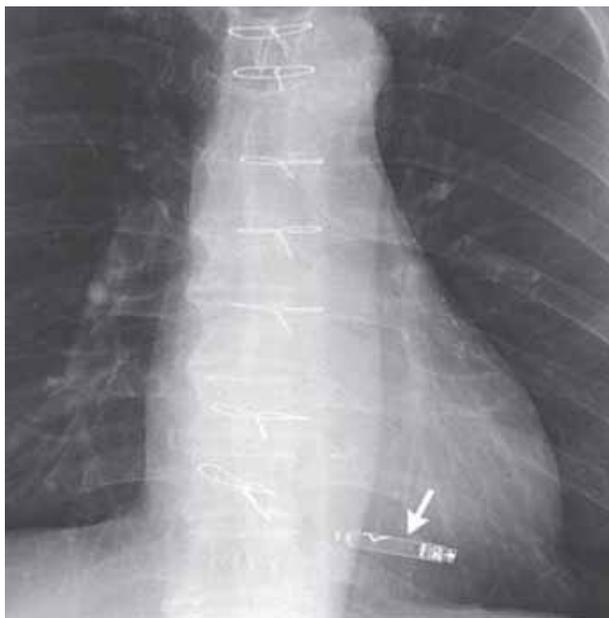
médiane vers la gauche avec un trajet serpigneux se terminant en regard de la partie supérieure ou moyenne du ventricule gauche correspondant à une veine épicaudale latérale ou postérolatérale (fig.8). De profil, elle a un trajet à direction antéro-postérieure pointant vers l'arrière dans la partie postérieure de l'ombre cardiaque.

Rarement, les sondes de resynchronisation seront épicaudales, placées directement par thoracotomie, dans des situations bien particulières comme par exemple en cas de malformation anatomique congénitale ne permettant pas l'abord habituel (4). Il faut toutefois signaler que le développement de la

Radiographies du thorax montrant en plus d'une sonde auriculaire droite et d'une sonde ventriculaire droite bien placées, la présence d'une sonde ventriculaire gauche correctement placée.

- A : cliché de face montrant une extrémité qui pointe à gauche de la ligne médiane dans la partie moyenne du cœur (flèche) après un trajet serpigneux.
- B : cliché de profil montrant une extrémité qui pointe vers l'arrière.

Figure 9



Cliché radiographique de face montrant un pacemaker à chambre unique sans sonde (flèche) appelé leadless cardiac pacemaker (LCP) placé dans le ventricule droit.

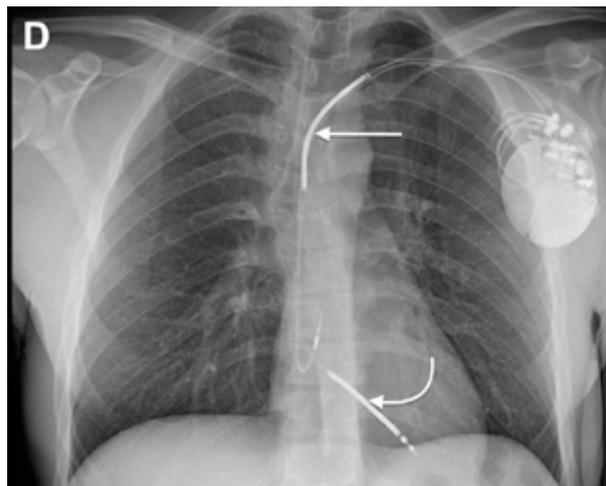
mini-thoracotomie permet actuellement un abord chirurgical plus fréquent pour la fixation épicaudique de la sonde ventriculaire gauche et cette technique n'est plus seulement réservée aux situations où l'abord endocavitaire s'avère irréalisable.

- Il existe depuis peu des pacemakers à chambre unique sans sonde appelés *leadless cardiac pacemakers* (LCP), largués et fixés dans le ventricule droit par voie veineuse fémorale (fig.9). Ils sont radio-opaques et ont une forme de cylindre de quelques centimètres de long (similaires aux piles AAA). Ils permettent de s'affranchir du maillon le plus faible de la stimulation que constitue la sonde endocavitaire (5).

B) DÉFIBRILLATEURS IMPLANTABLES

Ces dispositifs permettent d'appliquer une thérapie électrique correspondant soit à une stimulation rapide soit à un choc électrique ce qui nécessite une quantité d'énergie nettement plus importante qu'en cas de simple stimulation. Ils s'enclenchent en cas de détection d'une arythmie ventriculaire importante souvent potentiellement létale. Ils sont constitués d'un boîtier plus large que celui des pacemakers. Ils comportent le plus souvent une sonde placée par voie veineuse comme les pacemakers aboutissant dans le ventricule droit avec un trajet similaire aux sondes ventriculaires droites des pacemakers. Cette sonde est facilement reconnaissable en radiographie conventionnelle car elle comporte une ou deux bobines de choc ou *shock coils* se traduisant par

Figure 10

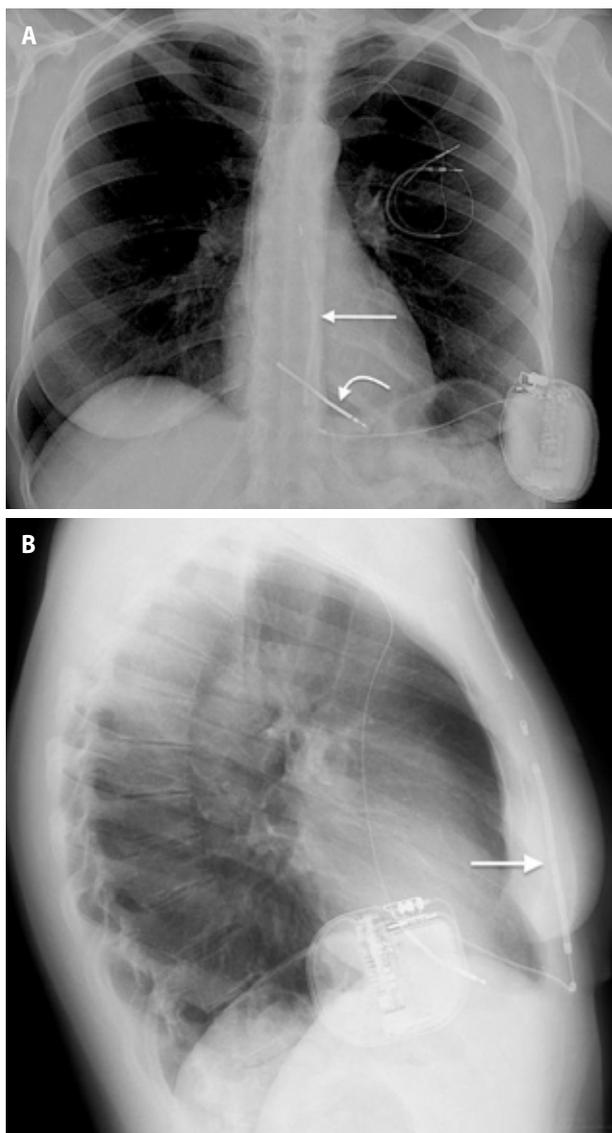


Cliché radiographique de face d'un défibrillateur cardiaque implantable avec une sonde comportant deux bobines de choc (*shock coils*) reconnues par un épaississement circouférentiel de densité métallique sur une longueur de plusieurs centimètres et placées d'une part à la jonction tronc veineux brachio-céphalique gauche-veine cave supérieure (flèche droite) et d'autre part dans le ventricule droit (flèche courbe).

un épaississement circouférentiel de densité métallique sur une longueur de plusieurs centimètres. Ces bobines sont placées d'une part à la jonction tronc veineux brachio-céphalique gauche-veine cave et d'autre part dans le ventricule droit (fig.10). Les défibrillateurs peuvent être associés à une simple possibilité de stimulation ventriculaire droite via le coil ou à une possibilité de stimulation bicamérale ou même à une resynchronisation biventriculaire.

Depuis peu existent des défibrillateurs sous-cutanés sans sonde endocavitaire qui ne nécessitent dès lors pas d'abord veineux mais qui ne permettent pas non plus de stimulation, si nécessaire (6). La sonde utilisée pour la défibrillation est tunnelisée au niveau sous-cutané entre la loge du boîtier au niveau axillaire et une petite incision réalisée au niveau de l'appendice xyphoïde. Elle est ensuite tunnelisée à partir de ce niveau, verticalement en parasternal gauche. On reconnaît la sonde radio-opaque sous-cutanée avec son coil, à gauche de la ligne médiane thoracique, tandis que le boîtier est implanté sur la ligne axillaire moyenne gauche, le plus souvent en sous-cutané. Lorsqu'une sonde de défibrillateur placée classiquement par voie veineuse est défectueuse, on peut implanter ce nouveau type de dispositif à sonde sous-cutanée tout en laissant l'ancienne sonde endocavitaire dysfonctionnelle en place mais débranchée (fig.11).

Figure 11



Radiographies du thorax chez un patient porteur d'une ancienne sonde de défibrillation défectueuse laissée en place et d'un nouveau défibrillateur avec sa sonde sous-cutanée.

A : sur le cliché de face, on visualise le coil du défibrillateur sous-cutané avec un axe vertical en paramédian gauche (flèche) et l'ancienne sonde de défibrillation non fonctionnelle (flèche courbe).

B : sur le cliché de profil, on visualise le coil du défibrillateur en sous-cutané antérieur (flèche).

COMPLICATIONS

A) PRÉCOCES

Elles sont peropératoires immédiates ou surviennent plus tardivement mais endéans le premier mois qui suit l'intervention.

La complication la plus fréquente (7) est le mauvais branchement de la broche de connexion de la sonde au bloc de connexion du boîtier (fig.2).

Le pneumothorax, peu fréquent (environ 1%), est lié à la ponction de la veine sous-clavière et n'est pas toujours suspecté cliniquement car il est le plus souvent peu important (moins de deux espaces intercostaux) et relativement bien toléré ne nécessitant qu'une surveillance clinique et radiologique conventionnelle. Il est rarement important et doit être drainé puis contrôlé par radiographie du thorax.

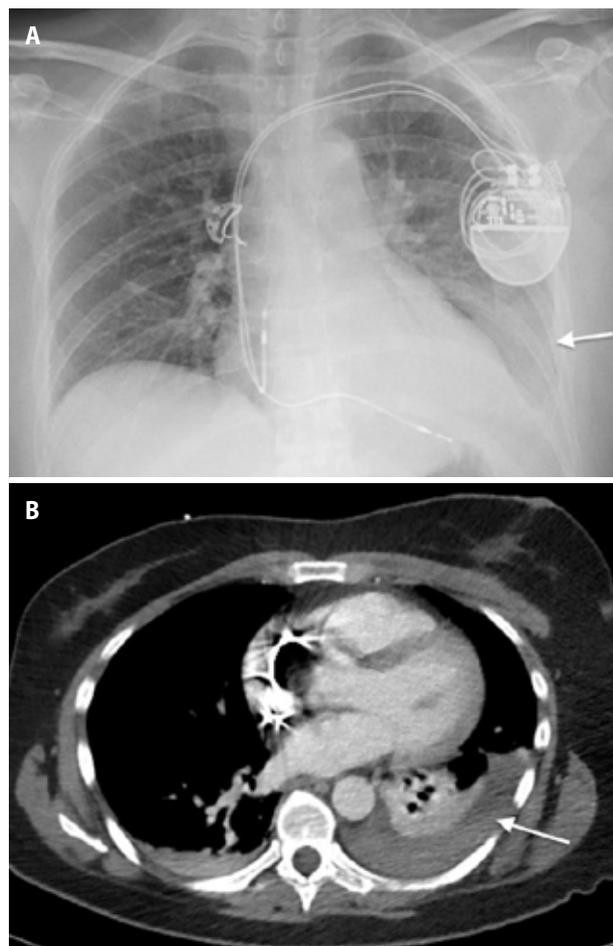
Les déplacements de sonde (dans 5 à 10 % des cas et rarement pour la sonde du ventricule droit) ne seront détectés en radiographie conventionnelle que s'ils sont suffisamment importants. Il existe en effet des petits déplacements non perceptibles en radiographie mais qui sont suspectés par un dysfonctionnement électrique constaté lors du contrôle systématique effectué par le cardiologue (en particulier un défaut ou une élévation du seuil de stimulation ou encore une mauvaise détection).

Un traumatisme vasculaire par erreur de ponction veineuse ou un traumatisme intracardiaque peuvent aboutir en peropératoire ou quelques jours après l'intervention à un épanchement hématiche péricardique et plus rarement pleural reconnu en échographie ou en radiographie conventionnelle et confirmé en scanner (fig.12). S'il y a perforation myocardique transfixiante, situation devenue très rare et qui survient le plus souvent précocement, la sonde pourra se projeter en dehors de la silhouette cardiaque sur les clichés radiographiques conventionnels et une échographie cardiaque ou un scanner (idéalement avec synchronisation à l'ECG) réalisé dans la foulée, confirmera la position de l'extrémité de la sonde dans la graisse épicaudique: dépassement en dehors de la paroi cardiaque de plus de 3mm (7). Notons cependant que l'électrode génère des artéfacts métalliques importants ce qui rend difficile l'évaluation exacte de sa position : il est recommandé d'élargir le fenêtrage de visualisation des images aux alentours de 1200 UH afin de réduire ces artéfacts (8). Les perforations sont à peu près cinq à six fois plus fréquentes avec les sondes de défibrillateur (0,6 à 5,2%) qu'avec les électrodes des pacemakers (8).

Parfois la sonde pourra migrer plus loin dans la plèvre ou même jusqu'en sous-cutané. Le site privilégié de ce type de complication est l'apex du ventricule droit qui est le plus fragile (fig.13). Le seuil de stimulation sera augmenté lors du contrôle cardiologique ce qui entrainera la réalisation d'examen complémentaires.

Le mauvais positionnement des sondes sera souvent bien visible en radiographie conventionnelle : trajet inhabituel.

Figure 12



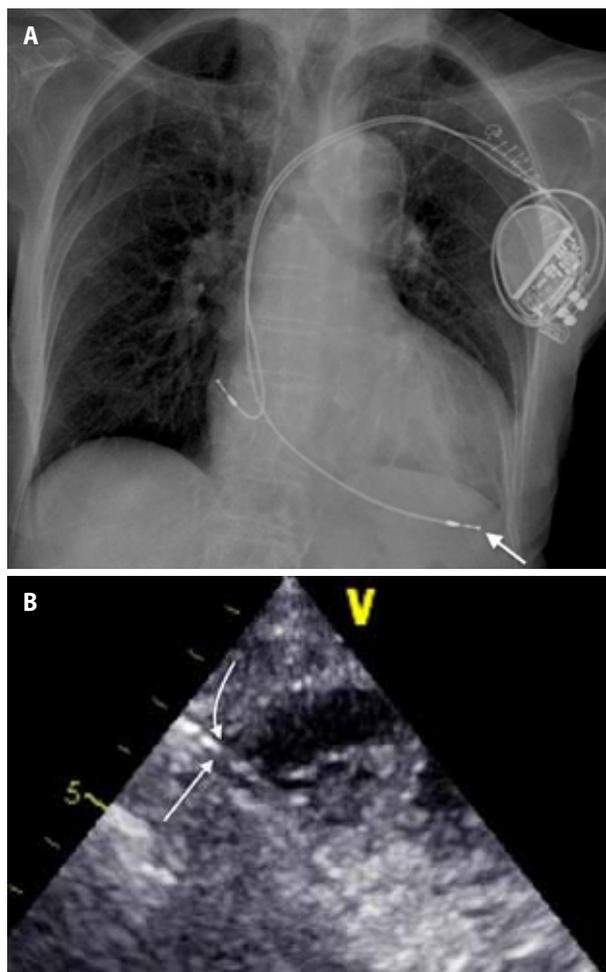
Patiente chez qui on a réalisé une imagerie immédiatement après l'implantation d'un pacemaker double chambre avec lors de la procédure une perforation de la veine sous-clavière gauche.

- A : la radiographie du thorax de face montre un voile opaque du champ pulmonaire inférieur gauche (flèche).
 B : le scanner avec injection montre un épanchement pleural spontanément hyperdense compatible avec un épanchement hémattique (flèche).

- Par exemple une sonde ventriculaire droite qui n'aboutit pas à l'apex du ventricule droit mais dans la chambre de chasse du ventricule droit montrera une courbure anormale vers le haut de sa portion distale, pointant vers le haut sur les radiographies de face et de profil (7).

- Rarement, une sonde destinée au ventricule droit passera de l'atrium droit à l'atrium gauche via un foramen ovale perméable puis dans le ventricule gauche via la valve mitrale : le trajet sera modifié avec en distalité un segment, parfois court, de la sonde qui prendra une direction plus ou moins marquée vers l'arrière. L'ECG montrera un aspect de bloc de branche droit lors de la stimulation ventriculaire. L'échographie cardiaque ou le scanner confirmeront (fig.14) le positionnement inadéquat (9).

Figure 13

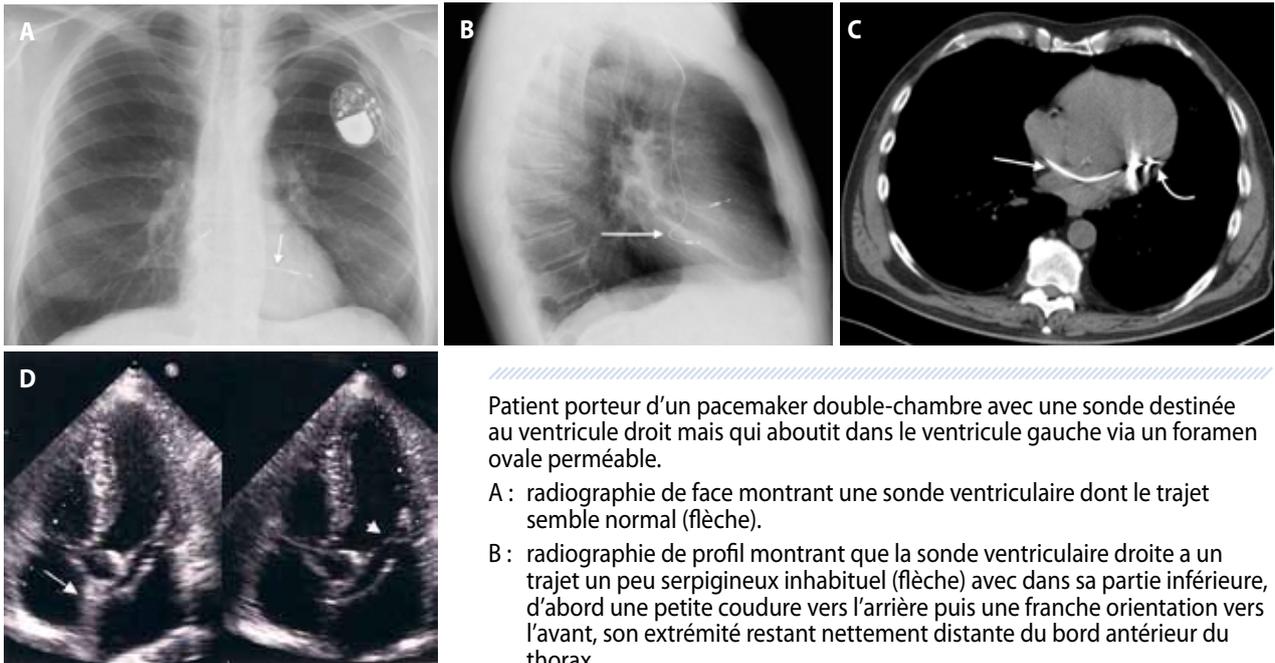


Patient porteur d'une sonde destinée au ventricule droit ayant perforé l'apex de ce même ventricule.

- A : radiographie du thorax de face montrant une sonde dont l'extrémité dépasse de quelques mm la silhouette cardiaque (flèche).
 B : échographie cardiaque, réalisée car le seuil de stimulation était augmenté, montrant la sonde (flèche) dépassant la paroi du ventricule droit (flèche courbe) de quelques millimètres confirmant la perforation myocardique.

- Encore plus rarement, une sonde qui était destinée au ventricule droit sera positionnée dans une veine cardiaque moyenne (également appelée la veine interventriculaire postérieure) qui s'abouche dans le sinus coronaire aboutissant à l'atrium droit: le trajet de la sonde pourra paraître normal en radiographie (fig.15) et l'anomalie sera parfois suspectée lors du contrôle effectué par le cardiologue avec à l'ECG un aspect de bloc de branche droit en cas de stimulation du ventricule gauche. Néanmoins, le trajet de la sonde sera parfois inhabituel avec une incidence de profil montrant une direction vers l'arrière et un trajet non rectiligne plus ou moins serpiginieux (10). L'échographie cardiaque ou le scanner (idéalement avec synchronisation cardiaque) confirmeront le diagnostic.

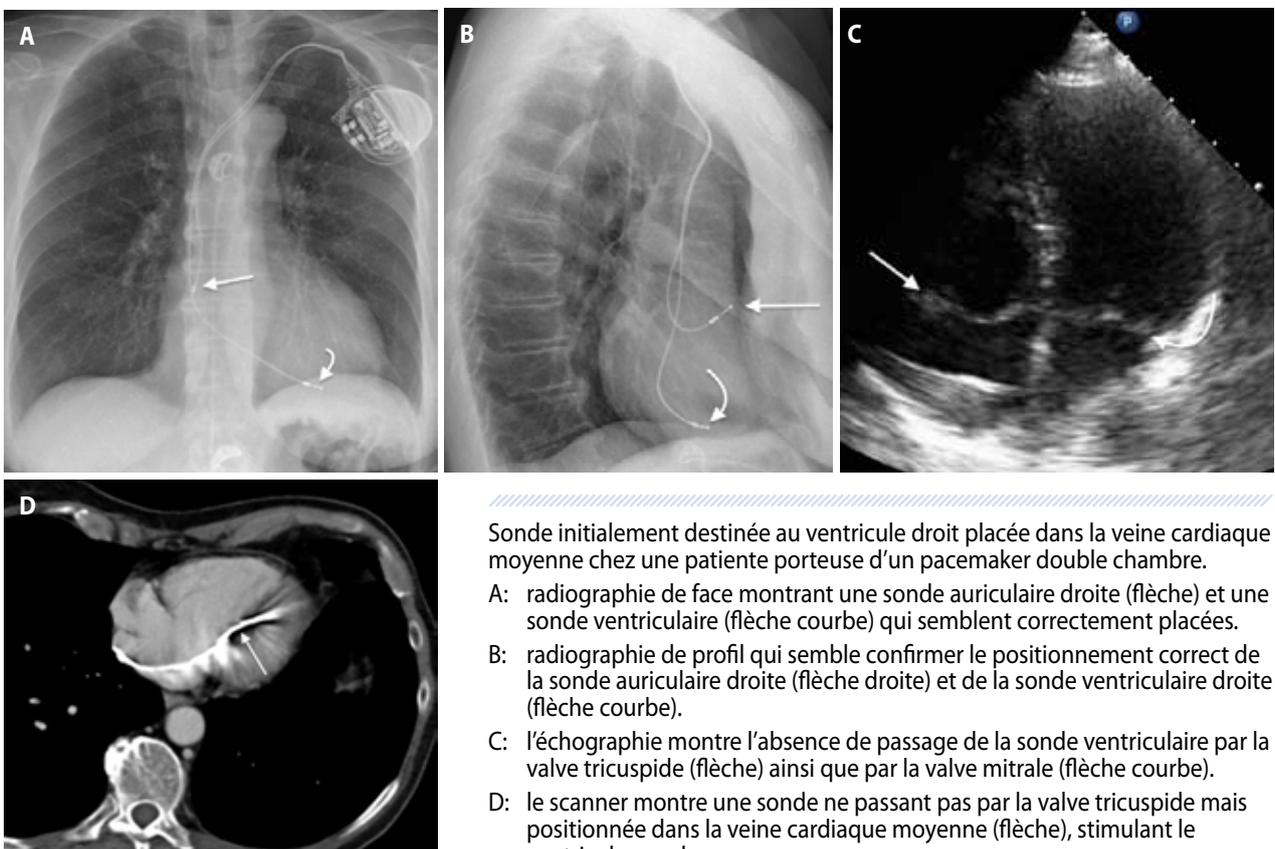
Figure 14



Patient porteur d'un pacemaker double-chambre avec une sonde destinée au ventricule droit mais qui aboutit dans le ventricule gauche via un foramen ovale perméable.

- A : radiographie de face montrant une sonde ventriculaire dont le trajet semble normal (flèche).
- B : radiographie de profil montrant que la sonde ventriculaire droite a un trajet un peu serpignieux inhabituel (flèche) avec dans sa partie inférieure, d'abord une petite coudure vers l'arrière puis une franche orientation vers l'avant, son extrémité restant nettement distante du bord antérieur du thorax.
- C : un scanner thoracique montre une sonde qui franchit le septum interauriculaire (flèche droite) au niveau d'un foramen ovale perméable, pénétrant dans l'atrium gauche, franchissant la valve mitrale et aboutissant dans le ventricule gauche (flèche courbe).
- D : en échographie, la sonde ventriculaire passe de l'atrium droit à l'atrium gauche en franchissant la cloison interauriculaire au niveau du foramen ovale (flèche) puis elle pénètre dans le ventricule gauche en franchissant la valve mitrale (tête de flèche).

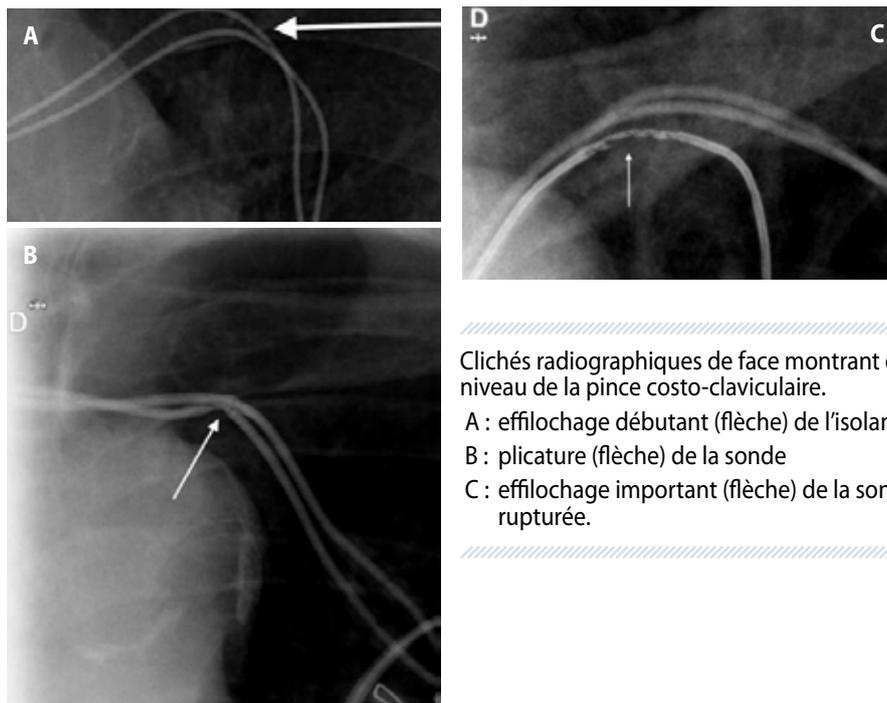
Figure 15



Sonde initialement destinée au ventricule droit placée dans la veine cardiaque moyenne chez une patiente porteuse d'un pacemaker double chambre.

- A : radiographie de face montrant une sonde auriculaire droite (flèche) et une sonde ventriculaire (flèche courbe) qui semblent correctement placées.
- B : radiographie de profil qui semble confirmer le positionnement correct de la sonde auriculaire droite (flèche droite) et de la sonde ventriculaire droite (flèche courbe).
- C : l'échographie montre l'absence de passage de la sonde ventriculaire par la valve tricuspide (flèche) ainsi que par la valve mitrale (flèche courbe).
- D : le scanner montre une sonde ne passant pas par la valve tricuspide mais positionnée dans la veine cardiaque moyenne (flèche), stimulant le ventricule gauche.

Figure 16



Clichés radiographiques de face montrant des lésions tardives des sondes au niveau de la pince costo-claviculaire.

A : effilochage débutant (flèche) de l'isolant de la sonde.

B : plicature (flèche) de la sonde

C : effilochage important (flèche) de la sonde qui est presque complètement rompue.

L'existence d'une poche d'air (*dry pocket*) dans les tissus sous-cutanés entourant le boîtier, pouvant interrompre la stimulation (si celle-ci est configurée en mode unipolaire), sera bien visible en radiographie standard (7) et nécessitera une stimulation réglée en mode bipolaire.

La dissection de l'ostium du sinus coronaire peut se rencontrer lorsqu'on tente de positionner une sonde de stimulation ventriculaire gauche endocavitaires via le sinus coronaire pour resynchronisation. La procédure sera immédiatement stoppée et le rôle de l'imagerie sera de s'assurer, un mois plus tard par angioscanner avec technique de synchronisation cardiaque, de l'absence de sténose du sinus coronaire afin de permettre une nouvelle tentative de placement.

B) TARDIVES

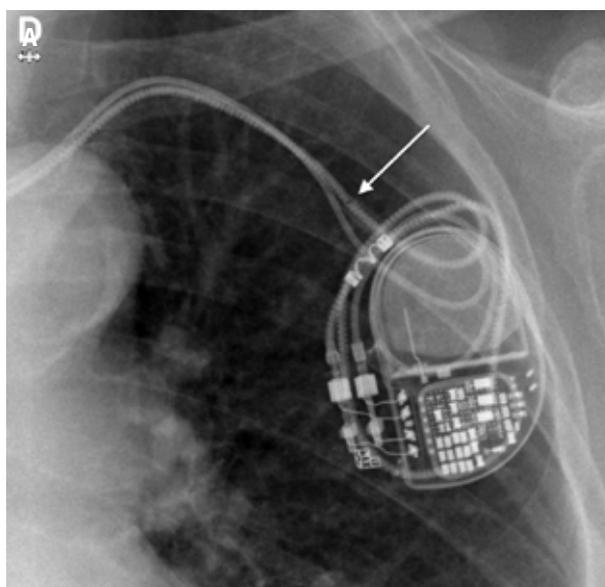
Elles surviennent au-delà d'un mois après l'intervention

L'isolant des sondes peut être endommagé avant leur pénétration dans le système veineux dans leur trajet entre la clavicule et la première côte par les structures anatomiques comprenant notamment le ligament costo-claviculaire et le muscle sous-clavier. Il s'agit du syndrome de la pince costo-claviculaire (11-12).

En radiographie conventionnelle, on verra un effilochage de la sonde pouvant aller jusqu'à la rupture complète ou un pincement avec une plicature de la sonde (fig.16).

Moins fréquemment, l'isolant peut aussi être endommagé dans la portion proximale de la sonde un peu au-dessus du boîtier si le système de fixation (radiotransparent) de la sonde à la paroi est trop serré (fig.17).

Figure 17



Agrandissement sur un cliché radiographique de face montrant une rupture proximale (flèche) de la sonde causée par un système de fixation pariétale (radiotransparent) trop serré.

Les déplacements de sonde (fig.18) sont beaucoup plus rares au-delà de six semaines après l'implantation.

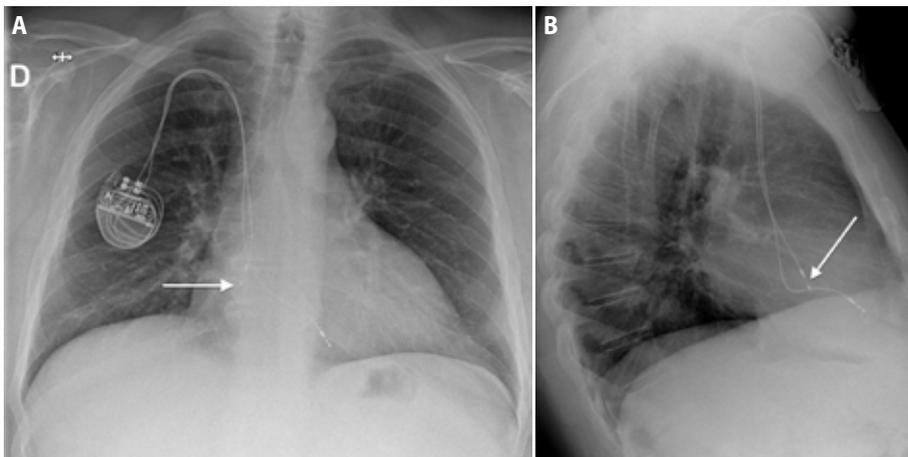
Les perforations cardiaques peuvent rarement survenir tardivement et le diagnostic est souvent fait lors d'un contrôle réalisé à partir de six mois après le placement du matériel (8).

Dans le syndrome de Twiddler, le patient mobilise lui-même, consciemment ou non, le boîtier en le faisant tourner sur lui-même ce qui aboutit à une déconnexion des sondes bien visible en radiographie conventionnelle (6-7).

La thrombose veineuse est fréquente (veine sous-clavière, tronc veineux brachio-céphalique et moins souvent la veine cave supérieure) mais dans la plupart des cas asymptomatique. Rarement, la symptomatologie sera franche avec syndrome cave supérieur (13). Le diagnostic sera confirmé par l'écho-doppler et surtout l'angioscanner (fig.19).

L'infection du matériel (moins de 1%) pourra s'accompagner de végétations au niveau des sondes et/ou ailleurs en endocavitaire, en particulier au niveau de la valve tricuspide, ce qui pourra être observé par le cardiologue en échographie transthoracique et surtout transoesophagienne.

Figure 18

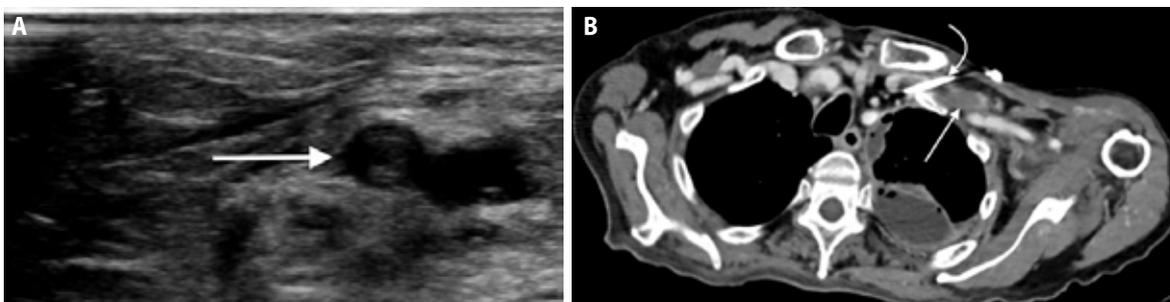


Radiographies du thorax montrant un patient porteur d'un pacemaker double-chambre avec une sonde auriculaire droite et une sonde ventriculaire droite. La sonde auriculaire droite s'est décrochée (déplacement) de l'auricule droit et flotte dans l'atrium droit.

A : sur le cliché de face, l'extrémité de la sonde pointe vers le bas sans courbure préalable (flèche).

B : sur le cliché de profil, on ne retrouve pas la courbure en "J" typique mais une extrémité de la sonde bien droite à direction inférieure verticale (flèche).

Figure 19



Thrombose aiguë de la veine sous-clavière gauche au contact d'une sonde de pacemaker.

A: image échographique montrant en incidence perpendiculaire transversale par rapport au grand axe du vaisseau une thrombose aiguë (flèche) dans la veine sous-clavière gauche.

B: coupe transversale dans le plan d'acquisition de l'angio-scanner confirmant la thrombose aiguë de la veine sous-clavière gauche (flèche droite) au contact de la sonde (flèche courbe) du pacemaker.

SUIVI PAR IMAGERIE

En routine, le suivi par imagerie sera le suivant.

- Le jour même de la procédure un examen radiographique conventionnel du thorax devra être réalisé comprenant impérativement une incidence de face et une incidence de profil.

- Cet examen sera répété quatre à six semaines après l'implantation et ensuite dans la phase de maintenance tous les six à douze mois.

- Les autres examens d'imagerie (échographie, scanner) ne seront réalisés éventuellement qu'en cas de suspicion

de complication sur base clinique ou électrique et si la simple radiographie du thorax s'avère insuffisamment contributive.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES

Sur les radiographies du thorax réalisées de façon systématique de face et de profil, on vérifiera le positionnement et l'intégrité des sondes dans les cavités cardiaques, leur branchement correct au boîtier ainsi que l'absence de pneumothorax ou d'hémithorax. Les autres examens d'imagerie seront prescrits en cas de suspicion de complication particulière.

RÉFÉRENCES

1. Burney K, Burchard F, Papouchado M, Wilde P. Cardiac pacing systems and implantable cardiac defibrillators (ICDs) : a radiological perspective of equipment, anatomy and complications. *Clin Radiol.* 2004;59:699-708.
2. Costelloe CM, Murphy WA Jr, Gladish GW, Rozner MA. Radiography of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *AJR Am J Roentgenol.* 2012;199:1252-1258.
3. Hertzberg BS, Chjiles C, Ravin CE. Right atrial appendage pacing : radiographic considerations. *AJR.* 1985;145:31-33
4. Reddy VY, Knops RE, Sperzel J, Miller MA, Petru J, Simon J *et al.* Permanent leadless cardiac pacing : Results of the LEADLESS trial. *Circulation.* 2014;129:1466-1471.
5. Reynolds D, Duray GZ, Razali O, Soejima K, Neuzil P, Zhang S *et al.* A leadless intracardiac transcatheter pacing system. *N Engl J Med.* 2016 ;374 :533-541.
6. Torres-Ayala SC, Santacana-Laffitte G, Maldonado J. Radiography of cardiac conduction devices : a pictorial review of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *J Clin Imaging Sci.* 2014;4:74.
7. Aguilera AL, Volokhina YV, Fisher KL. Radiography of cardiac conduction devices : A comprehensive review. *Radiographics.* 2011;31:1669-1682.
8. Kirchgessner T, Ghaye B, Marchandise S, Le Polain de Waroux JB, Coche E. Iatrogenic cardiac perforation due to pacing lead displacement: Imaging findings. *Diagn Interv Imaging.* 2016;97 (2):233-238.
9. Hamoir V, Hamoir X, Kirsch J. Particular location of a cardiac pacemaker lead. *JBR-BTR.* 2011; 94(6):352.
10. Solnon A, Daubert JC. Complications des stimulateurs cardiaques. In : *EMC :1-7 (11-036-F-30)*, Elsevier Masson SAS, Issy-les -Moulineaux, 2010.
11. Femenia F, Diez JC, Arce M, Baranchuk A. Subclavian crush syndrome : a cause of pacemaker lead fracture. *Cardiovasc J Afr.* 2011;22:201-202.
12. Mirza B, Vanek VW, Kupensky DT. Pinch-off syndrome : case report and collective review of the littérature. *Am Surg.* 2004;70:635-644.
13. Hamoir V, Bazi A, De Plaen JL. Syndrome Veine Cave Supérieure et électrostimulateur cardiaque. *Acta Clinica Belgica.* 1982;37 (6): 383-385.

AFFILIATIONS

1. Imagerie Médicale

2. Cardiologie

Centre Hospitalier de Wallonie Picarde, Avenue Delmée 9, B7500 Tournai, Belgique

CORRESPONDANCE

Dr. XAVIER HAMOIR

Centre Hospitalier de Wallonie Picarde
Imagerie Médicale
Avenue Delmée 9
B-7500 Tournai, Belgique