

D.G. LATCU, P. RICARD, N. SAOUDI
Service de Cardiologie,
Centre Hospitalier Princesse Grace, MONACO.

Suivi après implantation d'un défibrillateur automatique

Le suivi d'un patient porteur d'un défibrillateur implantable (DAI) se réalise en consultation spécialisée, dont l'élément central est l'interrogation du DAI à l'aide du programmeur dédié. Elle est réalisée à titre systématique tous les 6 mois.

Tous les paramètres de la batterie et des sondes sont analysés, ainsi que le fonctionnement des fonctions antibradycardique, antitachycardique et de défibrillation.

Le registre des arythmies doit faire l'objet d'une lecture exhaustive, au terme de laquelle le cardiologue confirmera le diagnostic du DAI et le caractère approprié ou non des thérapies. Certains épisodes permettent de détecter les dysfonctions de sonde ou les éventuelles interférences.

En dehors du suivi systématique, des consultations exceptionnelles sont nécessaires en cas de symptôme évocateur (lipothymie ou syncope), de choc ressenti, de sonnerie du DAI, d'alarme du télé-suivi, ou en cas des signes infectieux locaux ou généraux.

Une prise en charge spécifique, parfois en hospitalisation, peut s'avérer nécessaire dans ces situations.

Le défibrillateur automatique implantable (DAI) peut, à la différence d'un pacemaker, délivrer des chocs électriques ou des thérapies antitachycardiques ; il analyse en permanence le rythme cardiaque afin de détecter les arythmies. Les compétences requises pour le suivi des DAI sont détaillées par les recommandations de la SFC [1]. Les consultations de suivi peuvent être divisées en deux types : systématiques et exceptionnelles. Aujourd'hui, le télé-suivi permet la surveillance sans consultation directe. La connaissance de l'éventuelle cardiopathie sous-jacente ainsi que l'indication précise de l'implantation sont indispensables.

La fiabilité des DAI actuels est excellente et la dysfonction rare, les sondes restant le maillon faible de cette technologie. Les thérapies inappropriées (10 % des patients implantés en prévention primaire [2]) sont principalement dues à la fibrillation auriculaire, et parfois à une programmation incorrecte ou inadaptée. Dans d'autres cas, l'absence de thérapie ou les thérapies inappropriées sont dues à la dysfonction des sondes et à d'éventuelles interférences et interactions médicamenteuses [3]. Les chocs inappropriés répétés peuvent être pris en charge en urgence par le cardiologue traitant par application d'un aimant qui va inhiber la détection. De plus, certains DAI peuvent, à l'aide d'une sonnerie, avertir du début d'une décompensation cardiaque.

■ COMMENT FONCTIONNE UN DAI – BREF RAPPEL

Le fonctionnement du DAI repose sur la détection (*fig. 1*) permanente de la fréquence cardiaque qui permet la classification du rythme sous-jacent (*fig. 2*). En zone de tachycardie ventriculaire (TV), les algorithmes du DAI (critères discriminants) permettent le diagnostic correct de l'arythmie (diagnostic différentiel entre une tachycardie ventriculaire et supraventriculaire) ; en cas de confirmation d'une arythmie d'origine ventriculaire, la thérapie programmée est délivrée. En revanche, dans la zone de fibrillation ventriculaire (FV), ces algorithmes de discrimination n'existent pas et le choc sera délivré d'emblée.

► Défibrillateur implantable

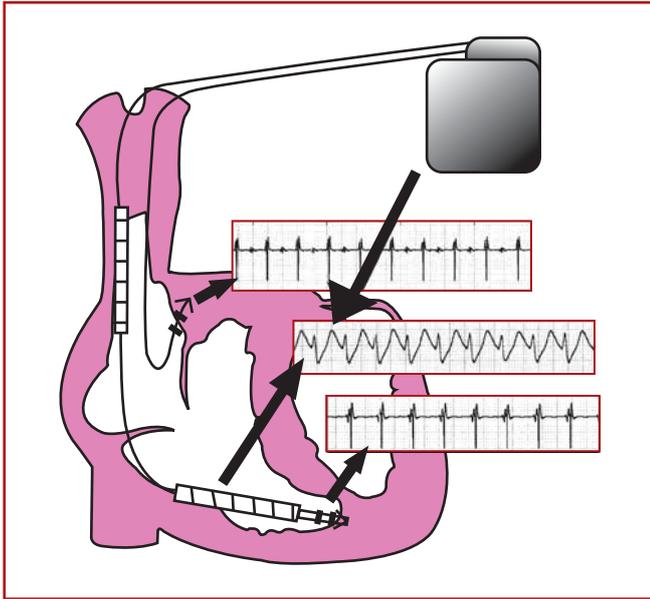


Fig. 1 : La détection du rythme cardiaque. Les sondes des DAI sont munies des électrodes (similaires aux sondes des stimulateurs) et des coils (qui servent à la délivrance des chocs, mais aussi à la détection). Quand le myocarde adjacent aux électrodes est dépolarisé, la déflexion de l'EGM enregistrée est amplifiée, filtrée, numérisée et interprétée comme un événement détecté par le circuit de détection du DAI. L'appareil peut enregistrer les EGM atrial, ventriculaire et un EGM "far-field" (dipôle éloigné entre le boîtier et le coil distal).

■ LA CONSULTATION DE SUIVI SYSTEMATIQUE

Tout patient porteur d'un DAI bénéficie au moins d'une consultation de suivi tous les 6 mois. La première doit être réalisée 1 à 2 mois après l'implantation. L'intervalle de suivi doit être raccourci à 3 mois en fin de vie de la batterie. Le caractère

Liés à la cardiopathie sous-jacente :

- lipothymie,
- syncope,
- équivalents de mort subite avortée (présence de ronflements nocturnes inhabituels),
- palpitations.

Liés au DAI :

- choc ressenti,
- stimulation phrénique,
- fièvre,
- douleur au niveau de la loge,
- saillie des sondes ou du boîtier.

Tableau I : Symptômes-alarme les plus fréquents.

régulier du suivi avec interrogation du DAI constitue une recommandation des Sociétés savantes de classe I [4].

Le patient doit être systématiquement questionné au sujet des éventuels symptômes, notamment ceux qui peuvent être liés à la cardiopathie sous-jacente (et qui peuvent interférer avec le fonctionnement du DAI) ou au sujet des symptômes liés à la présence du DAI lui-même (**tableau I**). Lors de l'examen clinique, la cicatrice et la loge du boîtier doivent être soigneusement inspectées. Toute saillie du boîtier ou des sondes, notamment si des troubles trophiques cutanés coexistent, représente un signe de menace d'extériorisation et nécessite une prise en charge spécifique avec surveillance rapprochée ou hospitalisation pour réenfouissement ou extraction en cas d'infection du matériel. La radiographie thoracique peut apporter une aide diagnostique non négligeable en cas de dysfonction.

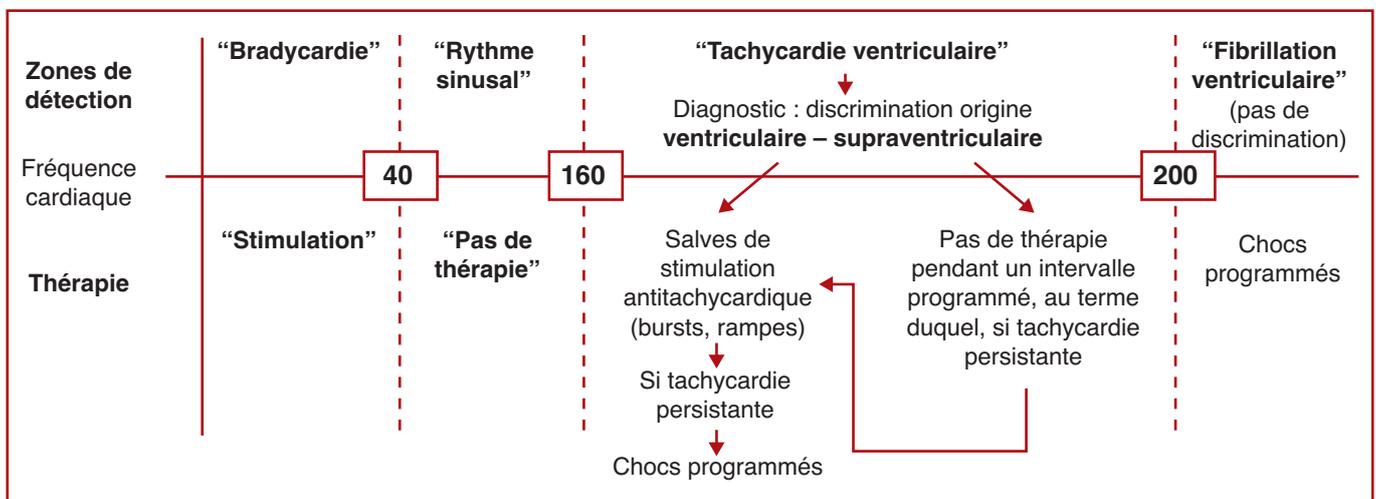


Fig. 2 : Principe de fonctionnement d'un DAI – en bref. Les fréquences séparant les zones de détection, le nombre de zones de détection, les algorithmes de discrimination et les thérapies (y compris l'énergie et la polarité des chocs) sont programmables.

L'interrogation du DAI à l'aide du programmeur dédié est l'élément central du suivi. Au début du contrôle, il est utile d'une part d'enregistrer un tracé électrocardiographique 12 dérivations, et d'autre part, d'imprimer les données initiales avant toute modification.

1. – Analyse de la batterie et des sondes, fonction antibradycardique

Comme pour tout stimulateur cardiaque, l'état de la batterie et le fonctionnement des sondes doivent être systématiquement vérifiés. L'évolution des mesures journalières pour certains paramètres peut être visualisée de manière graphique.

La programmation de la fonction antibradycardique est similaire à la programmation des stimulateurs cardiaques. Elle doit être réalisée avec prudence, puisque la stimulation, par le biais de programmations engendrant des séquences cycle long/cycle court, peut être proarythmique [5, 6]. Une programmation spéciale est réalisée pour la stimulation post-choc : les paramètres des impulsions sont généralement maximisés afin d'assurer la capture ventriculaire, étant donné l'élévation transitoire du seuil de stimulation postcardioversion. En cas de système de resynchronisation cardiaque associé, il est nécessaire de s'assurer de la capture biventriculaire et de la permanence de la stimulation à l'étage ventriculaire.

2. – Fonction antitachycardique et de défibrillation

La programmation des fonctions diagnostiques et des thérapies doit respecter deux principes : la sensibilité et la spécificité doivent être optimales (sensibilité théorique de 100 % afin de détecter et diagnostiquer correctement toutes les arythmies ventriculaires) et le risque de thérapies inappropriées doit être minimisé. En cas d'implantation en prévention secondaire des TV, la fréquence de la zone de TV doit être programmée environ 20 cpm en dessous de la fréquence de la TV clinique ; la fréquence de la zone de FV doit être la plus haute possible (au-delà de 200, voire 220-250 cpm). La spécificité diagnostique est accrue par l'utilisation des discriminateurs (début brutal, stabilité, morphologie, rapports A/V pour les appareils double chambre). Des algorithmes diagnostiques complexes et fiables sont incorporés dans les défibrillateurs double chambre.

La stimulation antitachycardie, d'une efficacité prouvée dans l'arrêt des arythmies ventriculaires [7-9], doit être systématiquement programmée, puisqu'elle permet le traitement indolore de l'arythmie. Elle peut être utilisée avec succès même pendant la période de charge des condensateurs, notamment

- ▶ Programmation complexe qui conditionne l'efficacité du DAI.
- ▶ Consultation surspécialisée tous les 6 mois.
- ▶ Consultation rapide (dans les 48 heures) en cas de :
 - Choc ressenti
 - Lipothymie ou syncope
 - Sonnerie du DAI
 - Signes infectieux
- ▶ Convocation du patient après les alarmes du réseau de télé-suivi.
- ▶ Hospitalisation en urgence en cas de série des chocs (orange rythmique).

pour les TV rapides détectées en zone de FV [10]. La programmation doit être réadaptée à chaque consultation en fonction des événements rythmiques ou des thérapies inappropriées éventuellement présentées.

3. – Registre des arythmies

Les arythmies atriales ainsi que d'autres événements (les tachycardies par réentrée électronique par exemple) peuvent être mémorisées par l'appareil d'une manière identique aux stimulateurs cardiaques. Les rythmes ventriculaires rapides, détectés en zone de TV ou FV, seront systématiquement mémorisés par l'appareil. Leur diagnostic sera ensuite affiné (voir chapitre précédent) et le traitement délivré en fonction de celui-ci. Le détail de chaque épisode ainsi que les électrogrammes endocavitaires (EGM) respectifs sont stockés, permettant une analyse critique de chaque épisode ; c'est le cardiologue qui va valider le diagnostic automatique du DAI. Les EGM comprennent le tracé sur 2 ou 3 canaux (atrial, ventriculaire et far-field – qui correspond à un pseudo-ECG, *fig. 1*), la date et l'heure de l'épisode, le diagnostic de l'appareil, la thérapie délivrée et son résultat, avec annotation par marqueurs d'événements ainsi que les intervalles.

Les situations le plus souvent rencontrées à la lecture des EGM sont les suivantes :

- Les arythmies ventriculaires ont été correctement détectées et traitées, ce qui signifie que le DAI a accompli son rôle. Si le patient était symptomatique (lipothymie, voire syncope) avant la délivrance de la thérapie efficace, plusieurs mesures peuvent être entreprises afin de diminuer l'intervalle entre la détection de l'arythmie et le succès de la thérapie : programmation d'emblée de la stimulation antitachycardique qui s'était avérée efficace (automatique sur certains appareils),

► Défibrillateur implantable

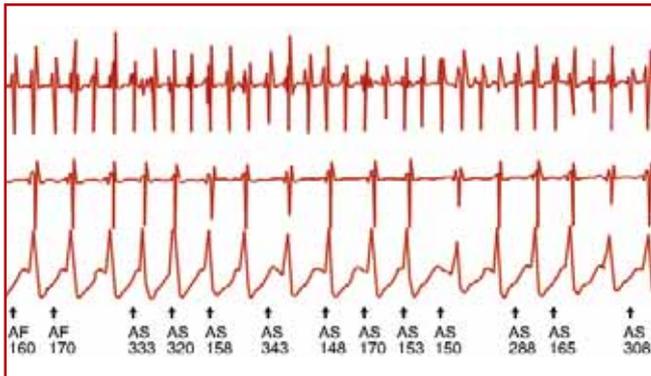


Fig. 3 : Episode de FA détecté en zone de TV; diagnostic correct par l'appareil suite au critère de stabilité (rythme étiqueté "instable").

diminution du temps de charge des condensateurs par programmation d'une énergie du choc initial plus basse si le seuil de défibrillation le permet. L'apparition des arythmies ventriculaires doit faire rechercher dans certains cas une évolutivité de la cardiopathie sous-jacente.

- La détection des tachycardies supraventriculaires (TSV) – sinusale ou arythmies atriales – en zone d'arythmie ventriculaire avec redressement du diagnostic par les critères de discrimination témoigne du fonctionnement normal et de la programmation adaptée du DAI (**fig. 3**). On peut programmer, par sécurité, un intervalle au-delà duquel une thérapie sera délivrée malgré le diagnostic de TSV.
- Mauvais diagnostic des arythmies atriales ou de la tachycardie sinusale avec thérapies inappropriées; dans ce cas, les paramètres discriminants doivent être activés:
 - pour une tachycardie sinusale traitée à tort, le critère début brutal doit être activé, exprimé en pourcentage du cycle (15 à 20 % des RR) ou en valeur absolue (100 à 150 ms),
 - pour une FA traitée à tort, les critères de stabilité (différence entre les cycles consécutifs de 30 à 50 ms, ou analyse des histogrammes des cycles sur des fenêtres de 64 ms) et le critère morphologique doivent être ouverts.
- Surdéttection des interférences d'origine endogène (myopotentiels) ou exogènes (dont certaines médicales – comme l'IRM, encore contre-indiqué, ou Stereotaxis – le bistouri électrique et la neurostimulation, les champs électromagnétiques domestiques et professionnels). Ces interférences peuvent inhiber la fonction de stimulation et être à l'origine des thérapies inappropriées (**fig. 4**). Des mesures simples peuvent prévenir ces problèmes (comme l'arrêt périopératoire de la fonction de détection ou l'utilisation d'un aimant); rarement, un reclassement professionnel peut être nécessaire.

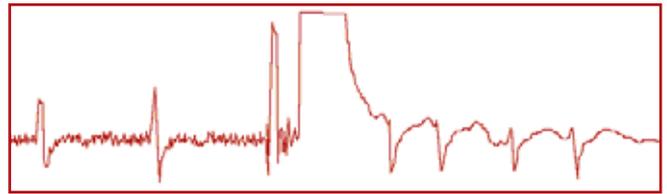


Fig. 4 : Choc inapproprié sur interférences ayant comme source un appareil photo numérique. Celui-ci était relié au téléviseur pour visionner les photos. Après le choc, le patient lâche l'appareil et les interférences disparaissent immédiatement.

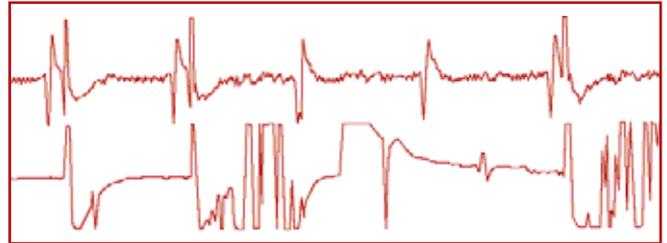


Fig. 5 : Artefacts (EGM ventriculaire – 2^e tracé) dus à la fracture de la sonde; détection des intervalles RR très courts, jusqu'à 120 ms.

- La surdéttection de l'onde T avec thérapies inappropriées a été décrite pour les patients porteurs d'un syndrome de Brugada [11] (le dépistage par un test à l'ajmaline peut être réalisé en perimplantation avec implantation d'une sonde épicaudique VG via le sinus coronaire pour la détection) et chez les patients implantés pour un syndrome de QT court [12] (nécessitant une diminution de la sensibilité); elle peut aussi survenir en cas de cardiomyopathie hypertrophique, de bloc de branche droit fréquence-dépendant [13] et d'hyperglycémie [14].
- La surdéttection des artefacts avec thérapies inappropriées traduit généralement un dysfonctionnement (fracture ou perte d'isolation) de la sonde; l'apparition des chocs chez un patient asymptomatique, généralement lors des certains mouvements, oriente vers ce diagnostic; l'association d'une impédance anormale à une détection des intervalles RR inférieurs à 140 ms (**fig. 5**) permet de diagnostiquer les dysfonctions des sondes avec une sensibilité et une spécificité excellentes [15]; la seule solution dans ces cas reste leur changement.

Rarement, un double comptage (de l'activité atriale et ventriculaire à la fois) dû au déplacement de la sonde ventriculaire vers l'anneau tricuspideen peut être responsable de thérapies inappropriées.

■ LA CONSULTATION DE SUIVI EXCEPTIONNELLE

Une consultation anticipée doit être envisagée dans les situations suivantes :

1. – “Docteur, mon défibrillateur a déchargé!”

Après un choc ressenti, une consultation doit être réalisée rapidement, idéalement dans les 48 heures. Un soutien psychologique peut s'avérer nécessaire en cas de ressenti douloureux.

Une série de chocs est une urgence cardiologique dont la prise en charge initiale peut se réaliser en absence du programmeur dédié: traitement médicamenteux des troubles du rythme, application d'un aimant pour arrêter la détection et éviter les chocs inutiles. L'hospitalisation en urgence, préférentiellement en milieu de réanimation cardiologique, avec transport médicalisé, s'impose. Ils sont généralement très mal tolérés. Après avoir rassuré le patient, leur cause doit être correctement diagnostiquée (**tableau II**); en cas d'orage rythmique (FV ou TV itératives), sa prise en charge doit être intensive [16, 17]: traitement d'une ischémie myocardique évolutive, d'une insuffisance cardiaque décompensée, supplémentation potassique, arrêt des médicaments arythmogènes, administration de bêtabloquants éventuellement associée à d'autres antiarythmiques, reprogrammation des thérapies (stimulation antitachycardie avec prise en charge indolore des TV), ablation par radiofréquence des TV.

Cause	Conduite à tenir
TV ou FV (orage rythmique)	Reprogrammation ou utilisation d'un aimant, prise en charge intensive (revascularisation, K, bêtabloquants et autres antiarythmiques, ablation)
Tachycardie supraventriculaire (le plus souvent FA [26])	Reprogrammation, traitement de l'arythmie, ralentissement de la réponse ventriculaire.
Dysfonction de sonde (rupture du conducteur ou de l'isolant, déplacement de sonde, mauvais vissage).	Remplacement, repositionnement ou réintervention pour vissage.
Surdétection des ondes T.	Reprogrammation, remplacement de la sonde ventriculaire ou rajout d'une autre sonde pour la détection.
Surdétection de l'activité atriale.	Reprogrammation ou remplacement de la sonde.
Interférences électromagnétiques	Eviction de la source
Interaction avec un stimulateur préexistant.	Reprogrammation, extraction de l'ancien stimulateur.

Tableau II: Causes de chocs répétés chez les porteurs de DAI.

2. – “Docteur, j'ai fait un malaise!”

En cas de syncope (ou équivalents) d'étiologie rythmique, plusieurs cas de figure peuvent être rencontrés:

- Thérapie inefficace: pacing antitachycardie inefficace ou trop agressif, choc inefficace par élévation du seuil de défibrillation (due à l'ischémie, aux antiarythmiques bloqueurs du canal de sodium ou à l'amiodarone).
- Non détection des TV ou des FV: il faut réajuster le seuil (la fréquence) de détection ou ouvrir une 2^e zone de TV en cas de zone unique de FV programmée.
- Un type particulier de non-détection des TV est due au blanking poststimulatif des appareils munis d'algorithmes de lissage de la fréquence cardiaque (permettant la stimulation atriale à fréquence élevée) [18].
- Mauvais diagnostic des TV dû aux limites des discriminateurs (la TV lente survenant en contexte de tachycardie sinusale peut ne pas satisfaire le critère de début brutal, la TV irrégulière peut ne pas satisfaire le critère de stabilité, la morphologie des EGM des complexes supraventriculaires et ventriculaires peut être similaire).
- Dysfonction des fonctions antibradycardie.

3. – “Docteur, mon défibrillateur sonne!”

Une alarme sonore (sonnerie) peut être programmée pour alerter le patient et inciter à une consultation rapide dans les situations suivantes: dysfonctionnement du système (impédances anormales), programmation inadaptée (détection ou thérapies sur arrêt), fin de vie de l'appareil (faible tension de sortie de la pile), charge significative en arythmies atriales, début de décompensation cardiaque (sur certains appareils).

4. – Après alarme du télésuivi

5. – En cas d'apparition d'anomalies de la cicatrice ou de la loge: signes inflammatoires (incidence des infections entre 0,8 et 5,7 % [19]), hématome de la loge.

■ LE TELESUIVI

Le télésuivi [20] est basé sur la transmission automatique des données du DAI concernant des dépassements des seuils

d'alerte pour certains paramètres, les événements rythmiques et les thérapies, à l'aide des émetteurs GSM en possession du patient ou par le réseau téléphonique. Les informations sont reçues par fax ou par courrier électronique au centre de suivi, qui peut décider de la convocation du patient pour une consultation de suivi exceptionnelle ou pour une hospitalisation.

■ AUTRES SITUATIONS

1. – Gestes à risque infectieux

La prophylaxie de l'endocardite infectieuse chez les patients porteurs de DAI n'est pas recommandée [21].

2. – Conduite automobile

Malgré les statistiques montrant que les porteurs de défibrillateur auraient moins d'accidents de voiture que la population équivalente (même sexe, même âge) sans défibrillateur (3,4 % contre 4,9 % [22]), il existe pour les patients avec un DAI des restrictions légales. La possibilité de reconduire est conditionnée par l'avis cardiologique. Les patients ne sont pas exemptés de la ceinture de sécurité. La conduite professionnelle est interdite.

3. – Rappels

Les alarmes émises par l'industrie vis-à-vis des problèmes constatés après implantation sont de plus en plus nombreuses, nécessitant une intensification du suivi [23]. Les rappels concernent les boîtiers mais aussi les sondes de défibrillation. Des rares décès ont été rapportés dans ces cas, principalement dus aux défaillances des sondes [24]. La rareté des dysfonctions fait que le remplacement des appareils qui font l'objet des rappels n'améliore pas la survie [25].

4. – Programmation périopératoire

En raison de la possibilité du traitement inapproprié dû à l'usage du bistouri électrique, il est souhaitable de programmer la détection sur arrêt avant l'intervention lorsque le patient est laissé sous monitoring cardiaque ; l'alternative, surtout utile lors des interventions en urgence sans la possibilité de programmation préalable du DAI, est l'utilisation d'un aimant fixé en regard du boîtier. Tout cela implique une vérification postopératoire des paramètres du DAI et de sa programmation. ■

Bibliographie

1. CHAUVIN M *et al.* Recommandations concernant l'implantation et la surveillance des défibrillateurs automatiques implantables. *Arch Mal Coeur Vaiss*, 2004; 97: 915-9.
2. BARDY GH *et al.* Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) Investigators. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med*, 2005; 352: 225-37.
3. EPSTEIN AE. Troubleshooting of implantable cardioverter-defibrillators. *In: Clinical cardiac pacing, defibrillation, and resynchronization therapy* [edited by] Ellenbogen KA, Kay GN, Lau CP – 3rd ed, Saunders-Elsevier, Philadelphia, 2007; 1063-86.
4. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Europace*, 2006; 8: 746-837.
5. SWEENEY MO *et al.* Bradycardia pacing-induced short-long-short sequences at the onset of ventricular tachyarrhythmias. A possible mechanism of proarrhythmia? *J Am Coll Cardiol*, 2007; 50: 614-22.
6. HIMMELRICHT E *et al.* Proarrhythmic effect of pacemaker stimulation in patients with implanted cardioverter-defibrillators. *Circulation*, 2003; 108: 192-7.
7. TRAPPE HJ *et al.* Clinical efficacy and safety of the new cardioverter defibrillator systems. *Pacing Clin Electrophysiol*, 1993; 16: 153-8.
8. WATHEN MS *et al.* Prospective randomized multicenter trial of empirical antiarrhythmia pacing versus shocks for spontaneous rapid ventricular tachycardia in patients with implantable cardioverter-defibrillators: Pacing Fast Ventricular Tachycardia Reduces Shock Therapies (PainFREE Rx II) trial results. *Circulation*, 2004; 110: 2591-6.
9. SADOUL N *et al.* Incidence and clinical relevance of slow ventricular tachycardia in implantable cardioverter-defibrillator recipients: an international multicenter prospective study. *Circulation*, 2005; 112: 946-53.
10. SCHOELS W *et al.* Optimizing implantable cardioverter-defibrillator treatment of rapid ventricular tachycardia: antitachycardia pacing therapy during charging. *Heart Rhythm*, 2007; 4: 879-85.
11. STIX G *et al.* Spatial and temporal heterogeneity of depolarization and repolarization may complicate implantable cardioverter defibrillator therapy in Brugada syndrome. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2000; 11: 516-21.
12. SCHIMPF R *et al.* Congenital short QT syndrome and implantable cardioverter defibrillator treatment: inherent risk for inappropriate shock delivery. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2003; 14: 1273-7.
13. COYNE RF *et al.* Implantable Cardioverter defibrillator oversensing during periods of rate-related bundle branch block. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 1997; 8: 807-11.
14. KRISHNAN A *et al.* Implantable cardioverter defibrillator T wave oversensing caused by hyperglycemia. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2004; 24: 1701-3.
15. GUNDERSON BD *et al.* An algorithm to predict implantable cardioverter-defibrillator lead failure. *J Am Coll Cardiol*, 2004; 44: 1898-902.
16. CREDNER SC *et al.* Electrical storm in patient with transvenous implantable cardioverter-defibrillators: incidence, management and prognostic implications. *J Am Coll Cardiol*, 1998; 32: 1909-15.
17. NADEMANEE K *et al.* Treating electrical storm: sympathetic blockade versus versus advance cardiac life support-guided therapy. *Circulation*, 2000; 102: 742-7.
18. SHIVKUMAR K *et al.* Intradevice interaction in a dual chamber implantable cardioverter defibrillator preventing ventricular tachycardia detection. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2000; 11: 1285-8.
19. DEL RIO A *et al.* Hospital Clinic Endocarditis Study Group. Surgical treatment of pacemaker and defibrillator lead endocarditis: the impact of electrode lead extraction on outcome. *Chest*, 2003; 124: 1451-9.
20. THEUNS DA *et al.* Home monitoring in ICD therapy: future perspectives. *Europace*, 2003; 5: 139-42.
21. Horstkotte D *et al.* Guidelines on prevention, diagnosis and treatment of infective endocarditis executive summary; the task force on infective endocarditis of the European society of cardiology. *Eur Heart J*, 2004; 25: 267-76.
22. AKIYAMA T *et al.* Antiarrhythmics versus implantable defibrillators investigators. resumption of driving after life-threatening ventricular tachyarrhythmia. *N Engl J Med*, 2001; 345: 391-7.
23. AMIN MS *et al.* Focus on management of pacemaker and ICD advisories, recalls, and alerts. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2006; 8: 347-52.
24. HAUSER RG *et al.* Deaths associated with implantable cardioverter defibrillator failure and deactivation reported in the United States food and drug administration manufacturer and user facility device experience database. *Heart Rhythm*, 2004; 1: 399-405.
25. GULA LJ *et al.* Survival rates as a guide to implanted cardioverter-defibrillator replacement strategies for device recalls – adding statistical insight to clinical intuition. *Am Heart J*, 2007; 153: 253-9.
26. DAUBERT JP *et al.* Frequency and mechanism of inappropriate implantable cardioverter defibrillator therapy in MADIT II. *J Am Coll Cardiol*, 2004; 43: 132A.