

Dispositifs implantables : gestion en péri opératoire

Dr Charlotte Martin

CHU Toulouse, 1 place du Dr Baylac 31400 Toulouse

Auteur correspondant : Dr Charlotte Martin
Email : martin.ch@chu-toulouse.fr

Aucun conflit d'intérêts.

Points Essentiels

- Les dispositifs cardiologiques implantables regroupent les stimulateurs et les défibrillateurs.
- Leurs indications se sont étendues grâce au développement technologique augmentant le nombre de patients porteurs de ce type d'appareillage.
- La prise en charge anesthésique de ces patients est spécifique et nécessite une connaissance du fonctionnement des dispositifs, des complications éventuelles et de leur traitement. Il ne faut pas perdre de vue qu'au-delà de la gestion du dispositif il s'agit de patients cardiopathes avec des atteintes qui peuvent être sévère.
- La consultation d'anesthésie est un temps fondamental, elle doit permettre de recueillir les informations concernant le mode de fonctionnement, l'indication et la marque du dispositif. Il faut également rechercher des signes de dysfonctionnement des appareils.
- L'ECG préopératoire est le seul examen complémentaire obligatoire, il permet de définir le statut dépendant ou non du patient vis à vis de son stimulateur.
- La fonction asservissement doit être inhibée en pré opératoire.
- Pour les stimulateurs avec une fonction défibrillation la reprogrammation pré opératoire est obligatoire.
- En per opératoire des interférences électromagnétiques sont possibles, elles peuvent être responsable d'un dysfonctionnement des dispositifs.
- Les interférences électromagnétiques sont principalement liées à l'utilisation d'un dispositif d'électrocoagulation.
- L'utilisation du bistouri électrique reste une contre-indication relative. En cas de nécessité le choix d'un bistouri bipolaire doit être privilégié. L'utilisation d'un bistouri unipolaire peut se justifier en cas de risque hémorragique important et doit faire l'objet d'une concertation entre anesthésiste et chirurgien.
- Dans tous les cas l'utilisation d'un dispositif d'électro-cautérisation doit être brève et fractionnée afin de limiter les interférences électromagnétiques.

- En post opératoire un contrôle systématique doit être réalisé dans un délai d'un mois, plus précocement en cas de dysfonctionnement per opératoire.
- La gestion de ces patients doit faire l'objet d'une concertation entre anesthésiste, chirurgien et cardiologue.

Introduction :

La population des patients porteurs de dispositif implantable n'a cessé de s'accroître [1]. Le vieillissement de la population, l'élargissement des indications et la simplification de l'implantation ont participé à l'augmentation de cette population. Initialement limités aux troubles de la conduction, les dispositifs implantables font maintenant partie du traitement de l'insuffisance cardiaque sévère et de la prévention de la mort subite. Malgré l'évolution technologique et la miniaturisation des dispositifs, ils restent sensibles aux interactions électromagnétiques.

Le médecin anesthésiste réanimateur, amené à prendre en charge ce type de patient, doit en connaître le mode de fonctionnement, le type de complications redoutées et les thérapeutiques à mettre en œuvre. La prise en charge anesthésique est spécifique et nécessite une gestion périopératoire adaptée [2 - 5].

La consultation d'anesthésie est un moment fondamental qui permet de recueillir les données concernant l'indication, le mode de fonctionnement et l'état d'usure du dispositif. La collaboration avec le cardiologue est alors primordiale car l'intervention chirurgicale peut nécessiter une reprogrammation du dispositif.

En peropératoire la prise en charge de ces patients doit tenir compte de leur fonction cardiaque très souvent altérée mais doit également s'assurer du bon fonctionnement du dispositif. Des interactions électromagnétiques (IEM) peuvent altérer son fonctionnement durant l'intervention, des précautions doivent donc être prises.

Il faut différencier d'une part les défibrillateurs et d'autre part les stimulateurs, certains dispositifs ayant la double fonctionnalité. La prise en charge périopératoire sera différente selon le type de dispositif.

Stimulateurs cardiaques (pacemakers) :

Principe

Les stimulateurs cardiaques ou *pacemakers* sont implantés depuis plus de cinquante ans (la première implantation par voie épiscopale a été réalisée en 1958 par Senning et Elmqvist) [6]. Le principe de base est de délivrer une impulsion électrique au niveau du myocarde de façon à entraîner son excitation. Un stimulateur cardiaque comprend généralement un boîtier générateur d'impulsions et d'une à cinq électrodes de détection/stimulation. Une pile lithium-iode assure l'alimentation du générateur et fournit l'énergie nécessaire aux impulsions électriques. Les stimulateurs cardiaques peuvent être mono-chambre (stimulation d'une seule cavité, oreillette droite ou ventricule droit), double-chambre (stimulation des deux cavités oreillette droite et ventricule droit) ou multi-chambre (stimulations des deux oreillettes ou des deux ventricules).

Indications

Initialement l'objectif des stimulateurs était de prévenir les syncopes et la mort subite secondaire à des troubles de la conduction cardiaque. Aujourd'hui grâce aux développements technologiques, la stimulation cardiaque définitive vise à redonner au patient "électrostimulé" une activité électrique cardiaque aussi proche que possible de l'état physiologique.

A l'heure actuelle plus de la moitié des stimulateurs (53%) sont implantés pour une maladie du sinus avec bradycardie symptomatique, et un tiers (31%) pour des maladies du nœud auriculo ventriculaire (BAV III, BAV II de type Mobitz 2 ou progressif). Il s'agit généralement de stimulateur mono ou double chambre (oreillette droite et/ou ventricule droit) dont l'objectif est de maintenir une fréquence cardiaque suffisamment élevée lorsque le rythme spontané du patient est trop lent.

Les nouvelles indications sont celles de l'insuffisance cardiaque (IC) et concernent principalement les cardiomyopathies dilatées et hypertrophiques obstructives. Dans l'insuffisance cardiaque sévère il existe un défaut de synchronisation entre les deux ventricules qui ne se contractent plus en même temps. Cet asynchronisme aggrave la défaillance hémodynamique [7]. Le principe de la resynchronisation cardiaque consiste à stimuler simultanément les deux ventricules afin d'augmenter l'efficacité de la pompe cardiaque. C'est le principe des stimulateurs triple chambre [8]. Ils sont indiqués en cas d'IC sévère (classe III-IV de la NYHA), malgré un traitement médical optimal, chez des patients en rythme sinusal, avec complexes QRS larges sur l'ECG, une fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) $\leq 35\%$ et un diamètre télédiastolique ventriculaire gauche $> 27 \text{ mm/m}^2$ de surface corporelle [9]. L'objectif est d'améliorer la fraction d'éjection et donc l'hémodynamique de ces patients. L'association d'une fonction de défibrillation au stimulateur permet également de prévenir les épisodes de troubles du rythme ventriculaire fréquents dans cette population.

Mode de fonctionnement

Un code de 4 lettres définit le mode de fonctionnement d'un stimulateur (tableau 1)[10].

Les deux premières lettres indiquent la cavité stimulée et la cavité écoutée, il peut s'agir de la même cavité ou de deux cavités différentes. Chaque sonde peut avoir à la fois une capacité d'écoute et de stimulation, plusieurs cavités peuvent donc stimuler et écouter.

La troisième lettre correspond à la réponse induite par l'écoute d'une activité cardiaque spontanée. La grande majorité des stimulateurs répondent par une inhibition de la stimulation afin de préserver une activité électrique physiologique.

Les stimulateurs mono-chambre ont pour but de maintenir une fréquence cardiaque au-delà d'un seuil défini dans leur programmation. Lorsque la fréquence cardiaque spontanée du patient est supérieure à ce seuil le stimulateur s'arrête (fonction inhibition I ou D). Si la fréquence cardiaque spontanée du patient est inférieure au seuil défini la sonde va stimuler la cavité concernée (OD ou VD).

Les stimulateurs double chambre sont indiqués dans les troubles de la conduction auriculo ventriculaire, typiquement le bloc auriculo ventriculaire complet. Ils permettent de conserver

la synchronisation OD/VD. L'écoute se fait au niveau des 2 cavités ce qui permet de maintenir une contraction physiologique de l'oreillette et de l'associer à une contraction ventriculaire stimulée.

Les stimulateurs triple chambre sont indiqués dans l'insuffisance cardiaque sévère. Ils permettent de synchroniser les contractions ventriculaires afin d'optimiser les performances de la pompe cardiaque [11].

Hystérésis de fréquence et fonction asservissement

Il s'agit là de deux fonctionnalités souvent mal connues et qui peuvent mettre en difficulté l'anesthésiste-réanimateur.

L'hystérésis de fréquence correspond à un décalage (retard) entre la fréquence entraînant le déclenchement de la stimulation et la fréquence que le stimulateur va imposer. Par exemple si la fréquence de base est programmée à 70 battements par minute (bpm) et qu'un hystérésis de fréquence est programmé à 50 bpm, le stimulateur va déclencher pour une fréquence spontanée inférieure à 50 bpm en assurant une fréquence de 70 bpm. Dès que la fréquence spontanée du patient redevient supérieure à 50 bpm la stimulation s'arrête. Il ne faut pas interpréter cet hystérésis comme un dysfonctionnement du stimulateur. Le but de cette fonctionnalité étant de préserver au maximum une contraction auriculo ventriculaire spontanée.

La fonction asservissement de la fréquence cardiaque permet une adaptabilité du travail de la pompe cardiaque aux besoins du patient. A l'aide de capteurs, le boîtier du stimulateur va enregistrer un paramètre physiologique dont la variation est interprétée comme une augmentation de l'activité métabolique. Ce paramètre physiologique peut être la ventilation minute en mesurant les variations de l'impédance entre le générateur d'impulsions et l'électrode de stimulation. L'impédance des poumons et de la cage thoracique augmentant pendant l'inspiration (augmentation de l'air dans les poumons) et diminuant pendant l'expiration. L'activité musculaire peut être également le paramètre physiologique mesuré par l'intermédiaire d'un capteur à cristaux piézoélectriques placé sur le boîtier générateur d'impulsions. Lors de l'anesthésie ces paramètres physiologiques peuvent être modifiés sans que cela soit le reflet d'une augmentation des besoins du patient. La ventilation mécanique en augmentant la ventilation minute peut entraîner une augmentation de la fréquence de stimulation. Pour les stimulateurs détectant l'activité musculaire, le fait de froter légèrement la peau au-dessus du générateur d'impulsions sensible au capteur de mouvements pendant 15 à 20 secondes produit une augmentation provisoire de la fréquence de stimulation. Les fasciculations liées à l'administration d'un curare dépolarisant peuvent également induire ce genre de réponse. Cette augmentation inadaptée de la fréquence cardiaque peut entraîner une instabilité hémodynamique en per opératoire [12], il faut donc désactiver la fonction asservissement en pré opératoire.

Action de l'aimant :

Les générateurs d'impulsions sont dotés d'un interrupteur sensible au magnétisme qui active un circuit prédéfini ou un sous-programme appelé mode asynchrone [13]. Le mode asynchrone correspond à un mode de stimulation totale à une fréquence prédéfinie sans écoute de la fréquence cardiaque spontanée. Lors de l'application de l'aimant le stimulateur bascule automatiquement en mode asynchrone et va donc appliquer une fréquence cardiaque

variant entre 90 et 110 bpm selon le constructeur. Dès son ablation le stimulateur bascule à nouveau sur le mode de programmation initial.

En cas d'IEM le stimulateur peut entendre l'interférence et la confondre avec une activité cardiaque spontanée arrêtant donc la stimulation. La mise en place de l'aimant va inhiber la fonction écoute du stimulateur en le basculant en mode asynchrone le rendant donc indifférent aux IEM.

Il existe un risque théorique de fibrillation ventriculaire lors de la mise en place de l'aimant si le stimulateur venait à déclencher sur une période de repolarisation ventriculaire. Ce risque, même très faible, conduit à déconseiller l'application systématique de l'aimant.

Pour le stimulateur avec une fonction défibrillation ajoutée, l'application de l'aimant éteint le défibrillateur sans interaction avec la fonction de stimulation. L'aimant n'active donc pas le mode asynchrone.

Défibrillateurs cardiaques

Principes :

Le premier défibrillateur cardiaque fut implanté en 1980 à Baltimore. L'architecture générale est la même que celle des stimulateurs. Il s'agit donc d'un boîtier relié à une ou deux électrodes [14]. Les premiers défibrillateurs implantés détectaient une arythmie ventriculaire et administraient un choc électrique pour réduire le trouble du rythme. Aujourd'hui les défibrillateurs ne se limitent plus à la seule fonction de défibrillation [15]. En effet dans les cas de tachycardie ventriculaire, les défibrillateurs vont opérer une séquence de stimulation rapide à une fréquence supérieure à la fréquence cardiaque écoutée afin de réduire la tachycardie. En cas d'échec un premier choc synchronisé de faible intensité est administré. La défibrillation n'est donc appliquée qu'en dernier recours ou en cas de fibrillation ventriculaire d'emblée. L'avantage principal est le caractère indolore de la stimulation répétée en opposition au choc.

Les défibrillateurs ont également une fonction de stimulation soit pour répondre à une éventuelle bradycardie secondaire au choc délivré, soit pour traiter un trouble de conduction associé [16]. La batterie est associée à des condensateurs permettant l'administration de choc dont l'intensité peut aller jusqu'à 40 joules. Le choc est délivré entre le boîtier et l'électrode.

Indications :

Le défibrillateur a pour objectif de traiter les troubles du rythme ventriculaire grave, en prévention secondaire chez le sujet ayant un antécédent d'arrêt cardio circulatoire non lié à une cause réversible ou en prévention primaire chez le sujet à risque de mort subite (cardiomyopathie dilatée, cardiopathie ischémique FE < 30%, syndrome de Brugada, Syndrome du QT long...).

Action de l'aimant :

L'application de l'aimant sur le boîtier du défibrillateur va inhiber la fonction anti tachycardie. En cas d'IEM le défibrillateur pourrait interpréter le signal électrique du bistouri comme une fibrillation ventriculaire et donc délivrer un choc ce qui justifie que l'aimant soit mis en place de façon systématique dès le début de l'induction anesthésique.

Si un trouble du rythme ventriculaire (TV ou FV) survient pendant la période d'inhibition du défibrillateur il faut retirer l'aimant du boîtier. La réactivation de celui-ci prend quelques secondes avant qu'il ne délivre un choc. Si le dispositif ne délivre pas de choc 20 secondes après l'ablation de l'aimant il faut délivrer un choc externe. La présence du matériel de défibrillation étant obligatoire en salle, les électrodes sont disposées en antéro postérieur afin que le courant électrique ne traverse pas le boîtier implantable.

Les IEM

Les stimulateurs cardiaques et défibrillateurs sont sensibles aux artefacts électro magnétiques [17]. Ces IEM peuvent en perturber leur fonctionnement en agissant sur les sondes ou sur le générateur d'impulsions [18].

Lors d'une intervention chirurgicale les dispositifs d'électrocoagulation sont les principales sources d'IEM [19].

Les IEM peuvent par action directe sur les sondes des dispositifs en modifier les seuils de stimulation [20]. Chez un patient non dépendant de son stimulateur cet événement peut passer inaperçu. L'altération de ces seuils peut entraîner des défauts de stimulation. Il faut programmer un contrôle systématique des dispositifs à 1 mois en en post opératoire.

Les IEM peuvent également être interprétées par le stimulateur comme une activité électrique spontanée entraînant donc son inhibition. Dans le cas d'un patient dépendant de son stimulateur l'IEM va entraîner une bradycardie par défaut de stimulation. Cette bradycardie pouvant être profonde et entraîner une instabilité hémodynamique.

Préopératoire

La consultation d'anesthésie est une étape fondamentale de la prise en charge d'un patient porteur d'un dispositif implantable. L'interrogatoire doit être orienté autour de la présence de ce dispositif.

Dans un premier temps il faut rechercher l'indication de l'implantation ainsi que l'évaluation de la cardiopathie sous-jacente et de sa sévérité.

L'anesthésiste doit rechercher des informations concernant le dispositif notamment la date d'implantation, le mode de fonctionnement et la marque de fabrication. Ces informations sont consignées sur la carte de porteur de dispositif implantable délivrée au patient. Elles peuvent également être retrouvées via la dernière consultation cardiologique de contrôle.

Le mode de fonctionnement doit être connu car certaines fonctions doivent être inhibées ou modifiées en pré opératoire. Pour toute modification de programmation la connaissance de la marque du dispositif est indispensable car les consoles de programmation diffèrent en fonction des fabricants. La fonction asservissement doit être inhibée en préopératoire pour éviter les variations de fréquence cardiaque inadaptées en per opératoire. Le délai entre l'inactivation et l'intervention doit être le plus court possible.

Pour les patients porteurs de stimulateurs avec une fonction défibrillation la reprogrammation est obligatoire en préopératoire [21]. La première possibilité est d'inhiber la fonction de défibrillation. L'application de l'aimant permet donc de faire basculer le stimulateur en mode asynchrone. Le délai entre l'inhibition de la défibrillation et l'intervention doit être le plus court possible. En cas de FV ou TV la défibrillation sera donc obligatoirement externe.

L'autre possibilité est de conserver la fonction défibrillation et de basculer le stimulateur en mode asynchrone. L'application de l'aimant a donc pour action d'éteindre le défibrillateur. Le risque lié à cette option est de provoquer une TV sur une activité cardiaque spontanée.

Le choix de l'une des stratégies dépendra de la pathologie cardiaque du patient et également de son statut de dépendance vis à vis du stimulateur.

L'interrogatoire permet également de rechercher des signes cliniques de dysfonctionnement du dispositif (syncope, choc ressentis, dyspnée...). En présence de signes évocateurs il faut adresser le patient à son cardiologue pour contrôle. Le dernier compte rendu de contrôle du dispositif doit être connu et daté de moins d'un an en l'absence de signes d'usure de la pile (moins de six mois si signes d'usure).

L'électrocardiogramme de repos est l'examen complémentaire obligatoire nécessaire, il permet de connaître l'état de dépendance du patient vis à vis de son stimulateur. Un patient dépendant est plus à risque de mauvaise tolérance des IEM. Pour les patients avec un suivi régulier, la mise en place de l'aimant pendant l'ECG de repos n'apporte aucune information utile si ce n'est de s'assurer que la batterie du simulateur n'est pas vide. La fréquence de stimulation diminue proportionnellement à la durée de vie résiduelle de la pile, les fréquences typiques (selon le fabricant et le modèle) étant de l'ordre de 90 battements/minute avec une pile neuve et de 60 battements avec une pile défaillante.

En peropératoire :

Le patient bénéficie d'un monitoring incluant le tracé ECG et l'oxymétrie de pouls. La mise en place d'un monitoring de la pression artérielle est obligatoire. Le caractère invasif ou non de celui-ci dépend de la cardiopathie sous-jacente et du caractère majeur ou non de l'intervention chirurgicale [22].

Pour un patient porteur d'un dispositif cardiaque implantable, l'utilisation d'un dispositif d'électrochirurgie reste une contre-indication relative et doit être évaluée selon la balance bénéfique/risque pour le patient. Si l'utilisation d'un dispositif d'électrocoagulation est nécessaire le bistouri bipolaire est à privilégier, le courant électrique passant d'une sonde à l'autre, le risque d'IEM est moindre sans cependant l'affranchir totalement. Si on utilise un bistouri unipolaire la plaque de terre est placée à distance du stimulateur et de façon à ce que le circuit bistouri/plaque ne croise pas le boîtier ni les sondes. L'utilisation des dispositifs d'électrocoagulation doit être séquentielle, en salves courtes et intermittentes, à la plus faible intensité possible.

Le choix du dispositif d'électrocoagulation doit faire l'objet d'une concertation anesthésio-chirurgicale et doit prendre en compte le caractère dépendant ou non du patient vis à vis de son stimulateur ainsi que le risque hémorragique lié à la chirurgie, les dispositifs bipolaires étant moins performant pour faire l'hémostase.

Le matériel de stimulation et de défibrillation externe doit être à proximité. En fonction de la position opératoire et de l'accessibilité au thorax les électrodes de stimulation externes pourront être mise en place dès l'induction anesthésique. Les électrodes doivent être positionnées sur la face antérieure et postérieure du thorax, afin que l'influx électrique ne passe pas par le boîtier de stimulation.

L'aimant doit être en salle d'opération. Le dispositif ayant été repéré en sous cutanée avant l'incision chirurgicale.

Pour les patients porteurs de défibrillateur l'aimant est mis sur le boîtier dès le début de l'intervention afin d'inhiber le défibrillateur.

Pour les patients porteurs d'un stimulateur pour éviter le risque de TV le mode asynchrone n'est pas activé initialement. Si des IEM apparaissent il faut mettre en place l'aimant et stopper l'utilisation du bistouri électrique. Une fois le mode asynchrone instaurée le chirurgien peut reprendre l'utilisation du bistouri électrique. L'aimant pourra être retiré dès l'arrêt des IEM ou en fin d'intervention.

Pour les patients porteurs d'un stimulateur avec fonction défibrillation la stratégie d'application de l'aimant dépendra du choix de programmation fait en pré opératoire.

En postopératoire :

Tout patient porteurs d'un dispositif implantable subissant une intervention chirurgicale doit bénéficier d'un contrôle du dispositif dans un délai d'un mois suivant l'intervention. En effet même en l'absence d'évènements per opératoires il faut contrôler que les seuils de détection et de stimulation n'aient pas été modifié et s'assurer de l'état d'usure de la pile [23].

Ce délai doit être raccourci en cas de dysfonctionnements per opératoires du dispositif (non passage en mode asynchrone, stimulation anarchique..). La survenue d'une IEM isolée en per opératoire, même si elle nécessite l'application temporaire de l'aimant, n'est pas un motif de consultation cardiologique plus précoce. Dans les cas de dysfonctionnements le patient doit rester placé sous surveillance ECG jusqu'au contrôle par le cardiologue qui se fera dans les 24-48 heures post opératoires.

Conclusion :

L'anesthésie d'un patient porteur d'un dispositif implantable requiert des connaissances spécifiques. La consultation d'anesthésie est un temps primordial car il guide la suite de la prise en charge. L'ensemble des informations concernant le mode de fonctionnement et la marque du dispositif doivent être recueillie car une reprogrammation peut être nécessaire. Il ne faut pas perdre de vue que le patient appareillé d'un stimulateur est cardiopathe avec une atteinte qui peut être sévère. En per opératoire l'aimant doit être à proximité mais son utilisation n'est pas systématique. Des interférences électromagnétiques peuvent se produire et doivent être traitées. Un contrôle post opératoire systématique doit être réalisé le délai dépendant du per opératoire. La prise en charge de ces patients doit être collégiale et nécessite un dialogue entre anesthésiste, chirurgien et cardiologue.

Références :

- [1] Wood MA, Ellenbogen KA. Cardiology Patient Pages: Cardiac pacemakers from the patient's perspective. *Circulation*. 2002;105(18):2136-2138.
- [2] Salukhe TV, Dob D, Sutton R. Pacemakers and defibrillators: anaesthetic implications. *Br J Anaesth* 2004; 93: 95–104
- [3] Allen M. Pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Anaesthesia* 2006; 61: 883–90
- [4] Stone ME, Apinis A. Current perioperative management of the patient with a cardiac rhythm management device. *Semin Cardio- thorac Vasc Anesth* 2009; 13: 31–43
- [5] Ruiz N, Buisan F, Fulquet E. Implantable pacemakers and defibrillators: implications for anesthetic and perioperative management. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2009; 56: 87–107
- [6] International Electrotechnical Commission . John A. “Jack” Hopps (1919-1998). Available at: http://www.iec.ch/cgi-bin/tl_to_htm.pl.section=technology&item=98. Accessed November 10, 2010.
- [7] Unverferth DV, Magorien RD, Moeschberger ML, et al. Factors influencing the one-year mortality of dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1984; 54: 147–52
- [8] Abraham WT, Westby GF, Smith AL, et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med* 2002; 346: 1845–53
- [9] Foley PW, Leyva F, Frenneaux MP. What is treatment success in cardiac resynchronization therapy? *Europace*. 2009;11(Suppl 5):v58-v65.
- [10] Bernstein AD, Daubert JC, Fletcher RD, et al. The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002;25:260-4.
- [11] Cazeau S, Leclercq C, Lavergne T, et al. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N Engl J Med* 2001; 344: 873–80
- [12] Van Hemel NM, Hamerlijnck RP, Pronk KJ, Van der Veen EP. Upper limit ventricular stimulation in respiratory rate responsive pacing due to electrocautery. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1989;12(11):1720-1723.
- [13] Article Task Force. Practice Advisory for the Perioperative Management of Patients

with Cardiac Rhythm Management Devices: Pacemakers and Implantable Cardioverter-Defibrillators. A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of Patients with Cardiac Rhythm Management Devices. *Anesthesiology*. 2005;103:186-98.

[14] Mirowski M, Reid PR, Mower MM, et al. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J Med*. 1980;303(6):322-324.

[15] Weiss JN. Beyond the implantable cardioverter-defibrillator: are we making progress? *Heart Rhythm*. 2008;5(6 Suppl):S45-S47.

[16] Goldberger Z, Lampert R. Implantable cardioverter-defibrillators. *J Am Med Assoc* 2006; 295: 809–18

[17] Maisel WH, Moynahan M, Zuckerman BD, et al. Pacemaker and ICD generator malfunctions: analysis of Food and Drug Administration annual reports. *JAMA*. 2006;295(16):1901-1906.

[18] Irnich W, de Bakker JM, Bisping HJ. Electromagnetic interference in implantable pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1978;1(1):52-61.

[19] Interactions entre dispositifs médicaux implantables actifs et dispositif médicaux. Pascal Di Donato. AFSSAPS 2005.

[20] Yerra L, Reddy PC. Effects of electromagnetic interference on implanted cardiac devices and their management. *Cardiol Rev*. 2007;15(6):304-309.

[21] Perioperative pacemaker-mediated tachycardia in the patients with a dual chamber implantable cardioverter-defibrillateur. Igor Izrailtyan, MD, Robin J. Schiller, DMD, Robert I. Katz, MD and Ibrahim O. Almasry, MD. Case report *Anesth Analg* 2013.

[22] W Rastogi S, Goel S, Tempe DK, et al. Anaesthetic management of patients with cardiac pacemakers and defibrillators for noncardiac surgery. *Ann Cardiac Anaesth*. 2005;8:21-32.

[23] Arrêt cardiaque sur dysfonction de pacemaker au cours d'une anesthésie générale chez un adulte jeune. J. Gayot, A-L Saint Pol, C. Degryse, F. Sztark. Cas clinique *AFAR* 2014.

| | |
|--|--|
| Première lettre : cavité(s) stimulée(s) | S : simple chambre (oreillette ou ventricule) A : oreillette V : ventricule D : oreillette et ventricule O : aucune |
| Deuxième lettre : cavité(s) permettant l'écoute | A : oreillette V : ventricule D : double chambre (oreillette et ventricule) O : aucune |
| Troisième lettre : phénomène provoqué par l'écoute | O : aucune T : déclenche la stimulation (« triggué ») I : inhibe la stimulation D (T et I) : déclenche et inhibe la stimulation |
| Quatrième lettre : asservissement de la fréquence | R, si la fréquence est asservie |

Tableau 1 : Nomenclature internationale stimulateurs implantables