

# Imagerie par résonance magnétique chez les patients porteurs de stimulateurs et défibrillateurs cardiaques

**RÉSUMÉ :** L'utilisation de dispositifs électroniques implantables en cardiologie est en croissance. Il était habituellement admis que les patients bénéficiant de cette thérapeutique étaient contre-indiqués à la réalisation d'une IRM, se privant ainsi d'un outil d'imagerie diagnostique parfois indispensable.

Des données récentes suggèrent que les dispositifs récents peuvent, dans certaines conditions, permettre cet examen, et la technologie actuelle propose même de nouveaux dispositifs "compatibles" avec les conditions de champ magnétique de l'IRM. Cet article passe en revue les données actuelles.



→ **E. ABERGEL, A. ROGUIN**  
Department of Cardiology,  
Rambam Medical Center,  
B. Rappaport – Faculty of Medicine,  
Technion – Israel Institute  
of Technology,  
Haifa, ISRAEL.

Le nombre de patients bénéficiant de dispositifs électroniques implantables (DEI), incluant les stimulateurs cardiaques, la stimulation biventriculaire et les défibrillateurs automatiques internes (DAI), est en constante progression. Cette tendance va probablement se renforcer avec l'accroissement de la population âgée, l'élargissement des indications dans le traitement de l'insuffisance cardiaque, le développement de nouveaux dispositifs et l'amélioration de la couverture médicale.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) présente de nombreux avantages incluant sa capacité unique de discriminer les tissus mous et son caractère non irradiant. Le nombre d'IRM est lui aussi en augmentation. Il n'y a pas de données précises, mais il est estimé qu'au moins 50 % des patients porteurs de DEI auront une indication d'IRM au cours de la durée de vie de leur dispositif [1]. Ainsi, dans les années à venir, nous serons de plus en

plus fréquemment confrontés à des patients porteurs de DEI adressés pour une IRM. C'est dans ce contexte que l'AHA et l'ESC ont émis une stratégie détaillée pour la réalisation des IRM chez ces patients [2, 3].

## L'IRM : un examen contre-indiqué chez les patients porteurs de DEI

Ces dispositifs contiennent des éléments ferromagnétiques, des systèmes électriques complexes ainsi que des sondes implantées dans le tissu myocardique.

Trois types de champ électromagnétique sont utilisés pour générer l'image en IRM : un champ magnétique constant statique, un gradient magnétique à changement rapide et un champ de radiofréquence "pulsé" émis dans le corps. Plusieurs effets délétères peuvent donc être observés chez les porteurs de DEI : déplace-

ment du dispositif, déprogrammation, stimulation asynchrone, activation de thérapies antiarythmiques, inhibition de la stimulation. Un échauffement de l'extrémité des sondes peut entraîner des dommages tissulaires, des modifications des seuils, et conduire à l'altération définitive du bon fonctionnement des sondes.

L'ensemble de ces éléments ont conduit à émettre des interrogations concernant la réalisation d'IRM chez les patients porteurs de DEI. En effet, le marquage des DAI et des stimulateurs cardiaques comporte des précautions lors de l'utilisation d'IRM, et les fabricants d'IRM contre-indiquent la réalisation de cet examen chez les patients porteurs de DAI et de stimulateurs [1-3]. A la fin des années 80, 10 décès avaient été rapportés chez des patients porteurs de stimulateurs cardiaques. Cependant, ces cas étaient peu documentés et survenaient lors d'examens sans surveillance médicale. La plupart des études contre-indiquant l'IRM ont été des études expérimentales ou animales (et réalisées dans les années 80) et surtout réalisées avec des stimulateurs et des sondes d'ancienne génération.

Les dispositifs actuels semblent mieux résister au changement de programmation au cours d'une séquence IRM [4]. Plusieurs groupes de recherche ont également travaillé sur l'échauffement des sondes et ses effets *in vivo*, ne retrouvant qu'une modification mineure des seuils de simulation et une absence de dommage tissulaire [2-4].

Ces dernières années, plusieurs études prospectives chez l'Homme, utilisant des champs de 0,5-3,0 Tesla, ont rapporté des résultats sur la sécurité relative de l'utilisation de l'IRM [2, 5-7]. Aucun décès n'a été observé dans les études sous surveillance médicale et monitoring appropriés; néanmoins, des modifications mineures de seuils de sti-

mulation sans conséquence clinique, de même que des nécessités de reprogrammation ou encore des déplétions de batterie ont été mises en évidence.

### Les conditions d'un MRI safe

Pour être nommé "MRI safe", un dispositif ne doit présenter aucun effet délétère tant vis-à-vis de l'ensemble des conditions d'utilisation de l'IRM que vis-à-vis de conditions spécifiques d'utilisation. Aucun des dispositifs actuels ne répond à ces critères. Une étude clinique internationale prospective est actuellement en cours pour confirmer la sécurité et l'efficacité d'un nouveau stimulateur bichambre et de sondes de stimulation modifiées adaptées à l'utilisation en IRM (*Medtronic EnRhythm-MRI SureScan pacing system*). L'analyse intermédiaire des résultats est encourageante [8]. Actuellement disponible en Europe et sous évaluation clinique aux Etats-Unis, ce dispositif possède la norme CE, devenant le premier "MR-Conditional pacemaker".

### Le problème des DAI

Les DAI présentent une technologie plus complexe que les stimulateurs, ils possèdent des condensateurs et des batteries plus importantes, pouvant générer de plus grands champs magnétiques, et de ce fait plus sensibles aux interférences électromagnétiques et mécaniques. Malgré une réduction drastique en taille et en poids, la nouvelle génération de DAI génère 10 fois plus de force magnétique et de torque que les stimulateurs. Cependant, les DAI et les stimulateurs ont en commun un certain nombre de composants et d'algorithmes de protection pouvant laisser présager une similitude dans la réponse aux interférences au cours d'une IRM. Des essais en laboratoire ont montré que les DAI

modernes peuvent être soumis à des séances d'IRM sans dommages, alors que les anciens modèles en subissaient de manière irréversible [4].

Plusieurs études ont évalué des patients porteurs de DAI [2]. Naehle *et al.* [9] ont rapporté leur expérience portant sur 18 patients porteurs de DAI, non dépendants de la stimulation, et soumis à une IRM pour une indication clinique jugée indispensable. Tous les examens réalisés incluant l'ensemble des parties du corps, l'ont été de manière sûre. L'ensemble des DAI a pu être interrogé et reprogrammé normalement après l'IRM. Aucune élévation de troponine-I n'a été mesurée, confirmant l'absence de lésion thermique cliniquement significative survenant à l'extrémité des sondes. Aucun changement des paramètres de stimulation n'a été observé. Le voltage moyen des batteries a légèrement

## POINTS FORTS

L'IRM est un examen qui était jusqu'à présent contre-indiqué chez les patients porteurs de pacemaker ou défibrillateur automatique interne.

Sous surveillance médicale et au moyen d'une programmation adaptée, il est possible avec quasiment tous les dispositifs actuels de réaliser une IRM chez ces patients.

La réalisation d'une IRM chez un patient porteur de DAI impose la désactivation de la fonction thérapeutique durant l'examen.

Le pacemaker Medtronic EnRhythm-MRI SureScan est le premier pacemaker compatible IRM possédant le marquage CE.

baissé de  $3,86 \pm 1,48V$  avant l'IRM à  $3,83 \pm 1,48V$  après, mais était de  $3,90 \pm 1,52V$  au cours du suivi. Aucun des patients n'a rapporté de sensation de mouvement ou d'échauffement, ou tout autre symptôme inhabituel durant l'IRM. Gimbel *et al.* [10] ont rapporté leur expérience sur 7 patients soumis à 8 IRM à 1.5 T. L'ensemble des dispositifs a été trouvé sans changement en termes de stimulation, détection, impédance, temps de charge et statut de batterie. Aucun symptôme n'a été rapporté par les patients. Nazarian *et al.* [7] ont rapporté la plus grande série portant sur 24 patients porteurs de DAI soumis à une IRM avec succès. Dans notre groupe, 8 patients porteurs de DAI ont été soumis à une IRM sans aucun événement notable.

**Le DAI doit être programmé sur "detection off"** [2, 3]. Aucun changement inattendu du rythme cardiaque, de choc, d'arythmie atriale ou ventriculaire soutenue n'a été observé durant l'ensemble des examens réalisés.

L'ensemble des auteurs ont conclu qu'une IRM chez des patients porteurs de DAI non dépendants de la stimulation peut être réalisée avec un rapport bénéfice/risque acceptable, lorsqu'elle est réalisée sous contrôle médical et en prenant les précautions relatives à l'IRM et au dispositif implantable.

Compte tenu du large nombre de systèmes d'IRM, de positionnement possible du patient, du nombre disponible de stimulateurs, de DAI et de sondes, il est nécessaire d'émettre certaines réserves avant d'étendre ces résultats et de recommander l'utilisation en routine de l'IRM chez ces patients. Le fait que plusieurs centaines de patients porteurs de DEI aient passé une IRM sans événements ne permet pas de conclure que l'IRM est sûre chez l'ensemble de ces patients. En effet, toutes ces études ont été réalisées dans des centres d'expertise en IRM et en élec-

trophysiologie, et ont été limitées aux patients avec une indication d'IRM jugée indispensable. Le nombre de patients qui ont subi des effets indésirables non rapportés est inconnu.

L'indication d'IRM doit être évaluée au cas par cas. Basée sur les données actuelles, il semble qu'en l'absence d'alternative d'imagerie le bénéfice de l'IRM surpasse les risques présumés [2, 3]. Faris et Shein de la FDA ont déclaré [1] "Pour certains patients, les risques liés à l'IRM sous certaines conditions spécifiques d'utilisation et de surveillance peuvent être acceptables compte tenu du bénéfice diagnostique de cette puissante technique d'imagerie."

Les risques de l'IRM doivent être discutés avec le patient et un consentement éclairé doit être obtenu. L'IRM doit être réalisée dans des centres experts en IRM et en électrophysiologie. L'imagerie doit être programmée de manière optimale pour réduire au plus la durée et l'intensité du champ utilisé lors de l'examen. Un médecin avec une expérience en rythmologie aguerri à la programmation des DEI doit être présent. Une reprogrammation réfléchie avant l'IRM, ainsi qu'une surveillance étroite durant et après l'IRM, sont nécessaires. Des moyens de réanimation doivent être disponibles.

Une IRM peut être envisagée après évaluation prudente chez des patients porteurs de DEI lorsqu'une indication clinique est posée. Cette évolution peut avoir une implication majeure sur la pratique d'imagerie [2, 3].

### Bibliographie

1. FARIS OP, SHEIN M. Food and Drug Administration perspective: Magnetic resonance imaging of pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator patients. *Circulation*, 2006; 114: 1232-3.
2. ROGUIN A, SCHWITTER J, VAHLHAUS C *et al.* Magnetic resonance imaging in indivi-

duals with cardiovascular implantable electronic devices. *Europace*, 2008; 10: 336-46.

3. LEVINE GN, GOMES AS, ARAI AE *et al.* Safety of magnetic resonance imaging in patients with cardiovascular devices: an American Heart Association scientific statement from the Committee on Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization, Council on Clinical Cardiology, and the Council on Cardiovascular Radiology and Intervention: endorsed by the American College of Cardiology Foundation, the North American Society for Cardiac Imaging, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Circulation*, 2007; 116: 2878-91.
4. ROGUIN A, ZVIMAN MM, MEININGER GR *et al.* Modern pacemaker and implantable cardioverter/defibrillator systems can be magnetic resonance imaging safe: in vitro and in vivo assessment of safety and function at 1.5 T. *Circulation*, 2004; 110: 475-82.
5. MARTIN ET, COMAN JA, SHELLOCK FG *et al.* Magnetic resonance imaging and cardiac pacemaker safety at 1.5-Tesla. *J Am Coll Cardiol*, 2004; 43: 1315-24.
6. SOMMER T, NAEHLE CP, YANG A *et al.* Strategy for safe performance of extrathoracic magnetic resonance imaging at 1.5 tesla in the presence of cardiac pacemakers in non-pacemaker-dependent patients: a prospective study with 115 examinations. *Circulation*, 2006; 114: 1285-92.
7. NAZARIAN S, ROGUIN A, ZVIMAN MM *et al.* Clinical utility and safety of a protocol for noncardiac and cardiac magnetic resonance imaging of patients with permanent pacemakers and implantable cardioverter defibrillators at 1.5 tesla. *Circulation*, 2006; 114: 1277-84.
8. SUTTON R, KANAL E, WILKOFF BL *et al.* Safety of magnetic resonance imaging of patients with a new Medtronic EnRhythm MRI SureScan pacing system: clinical study design. *Trials*, 2008; 9: 68.
9. NAEHLE CP, STRACH K, THOMAS D *et al.* Magnetic resonance imaging at 1.5-T in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *J Am Coll Cardiol*, 2009; 54: 549-55.
10. GIMBEL JR, KANAL E, SCHWARTZ KM *et al.* Outcome of magnetic resonance imaging (MRI) in selected patients with implantable cardioverter defibrillators (ICDs). *Pacing Clin Electrophysiol*, 2005; 28: 270-3.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflit d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.