



Imagerie par résonance magnétique : bilan des applications actuelles et perspectives

Jean François Meder, Jean Pierre Pruvo

Plus qu'un simple outil diagnostique, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est à la fois, un appareil déterminant d'aide à la décision thérapeutique et à l'évaluation de la réponse au traitement, une composante des futures unités d'imagerie hybride, une plateforme ouverte à de nombreux professionnels, médecins, scientifiques, ingénieurs, techniciens.

De façon à faire un état des lieux des utilisations et des limites de l'IRM dans ses diverses applications médicales, un questionnaire a été adressé aux responsables des sociétés d'organe affiliées à la Société Française de Radiologie et des deux syndicats, hospitalier et libéral. Son objectif était de préciser la modalité d'imagerie de choix dans la spécialité, les indications principales et émergentes de l'IRM, les domaines diagnostiques non modifiés par celle-ci, l'éventuelle réduction des indications des autres techniques, les limites de l'utilisation plus large de l'IRM et l'intérêt d'un appareil dédié. Les principaux résultats sont exposés dans cet article.

I. INDICATIONS DE L'IRM

L'IRM a remplacé le scanner pour le diagnostic de la majeure partie des affections du *système nerveux central* qu'il s'agisse de situations d'urgence (accident vasculaire cérébral, hypertension intracrânienne, pathologie infectieuse, compression médullo-radulaire, ...) ou d'affections chroniques (maladie d'Alzheimer, pathologie inflammatoire,...). Le scanner reste très utile au bilan à la phase aiguë de lésions cranio-cérébrales traumatiques, au diagnostic des hémorragies sous-arachnoïdiennes et des lésions osseuses de la base du crâne et du rachis. Les informations données par l'IRM ont permis de modifier l'approche thérapeutique d'un grand nombre d'affections. A titre d'exemple, en neuro-oncologie, la plus large utilisation des techniques d'IRM fonctionnelle améliore la qualité de l'exérèse chirurgicale et réduit la morbidité péri-opératoire du fait d'une meilleure définition de l'extension lésionnelle par imagerie de diffusion, de perfusion et/ou spectroscopie protonique et du repérage des zones fonctionnelles en IRM d'activation (1, 2).

En pathologie thoracique, si le scanner reste irremplaçable pour l'étude du parenchyme pulmonaire (voies aériennes et secteur interstitiel), l'IRM s'impose pour l'exploration du médiastin, de la plèvre et des vaisseaux pulmonaires. C'est en oncologie que l'on voit émerger de nouvelles indications, en particulier grâce à l'amélioration des performances de l'IRM pour l'exploration des nodules pulmonaires. L'imagerie fonctionnelle pulmonaire est aujourd'hui une application des techniques de médecine nucléaire (scintigraphie de perfusion et de ventilation) ; le rôle joué par l'IRM est marginal ce d'autant que l'IRM nécessite des moyens peu compatibles avec une utilisation clinique de routine

(hélium polarisé). Des techniques d'IRM, étudiant perfusion et ventilation, sans utilisation de produit de contraste intraveineux ou gazeux, très prometteuses, sont actuellement à l'étude (3, 4).

En pathologie ostéo-articulaire, l'IRM est la modalité d'imagerie de choix et ce, même pour le "domaine réservé" de la radiographie standard, la traumatologie. A titre d'exemple, l'IRM est devenue le gold standard pour le diagnostic des fractures des petits os de la main, en particulier du scaphoïde (5). Les indications de l'IRM sont très nombreuses : diagnostic et bilan d'extension des tumeurs osseuses et des parties molles, traumatologie sportive (entorse,...), pathologies traumatiques chroniques articulaires et des parties molles, pathologies dégénératives, en particulier rachidiennes (conflit disco-radiculaire, canal lombaire rétréci), pathologies de la moelle osseuse (ostéonécrose aseptique, fracture de contrainte, algodystrophie),... L'importance prise par l'IRM a induit une réduction des indications de techniques utilisant les radiations ionisantes, tels que les arthroscanners. Le champ d'application de l'IRM va encore s'élargir puisque d'autres indications se confirment tel le diagnostic précoce des rhumatismes inflammatoires (6).

En pathologie *cardio-vasculaire*, le scanner, du fait de son excellente résolution spatiale et de sa résolution en contraste, et l'échographie - Doppler restent très largement utilisés. Toutefois, on assiste à une augmentation de la place de l'IRM dont les principales indications sont le diagnostic des malformations vasculaires (IRM couplée à l'écho-Doppler), la pathologie du myocarde et la surveillance des pathologies chroniques (dissection aortique, chirurgie aortique...), les cardiopathies ischémiques et non ischémiques (ce qui amène à une réduction des indications des scintigraphies myocardiques et l'imagerie du péricarde (7). De nouveaux champs d'application sont ouverts : imagerie de perfusion, tagging myocardique, imagerie des artères coronaires (8).

En pathologie *génito-urinaire*, l'IRM est devenue la modalité la plus utile pour l'étude de l'appareil génital et du pelvis. C'est en oncologie que l'IRM a vu ses indications augmenter : diagnostic et bilan d'extension des cancers du rein, de la prostate, du col de l'utérus et de l'endomètre, des tumeurs ovariennes. Par ailleurs, elle permet l'étude de la statique pelvienne. D'autres indications sont appelées à se développer : imagerie de diffusion pour le diagnostic des cancers du haut appareil urinaire (9), IRM fonctionnelle rénale (10).

En *imagerie mammaire*, l'IRM n'a pas modifié la place de la mammographie dans le dépistage des cancers du sein dans la population générale. Sa place est toutefois croissante; ses principales indications sont la suspicion de récurrence locale après traitement conservateur, l'appréciation de la réponse à un traitement néo-adjuvant, le bilan d'extension locale des cancers du sein avec recherche de multifocalités dans le cadre des cancers lobulaires et le suivi des patientes à haut risque (11).

En *pathologie digestive*, il n'y a pas de modalité d'imagerie préférentielle ; de façon schématique, l'IRM est la technique la plus pertinente pour l'étude du foie (en combinaison avec l'échographie) du pelvis et la pathologie des voies biliaires alors que le scanner reste largement utilisé pour l'étude du tube digestif et du péritoine. Les principales indications de l'IRM sont la détection et la caractérisation des nodules hépatiques, le bilan diagnostique et pré-thérapeutique des pathologies canalaire biliaires et pancréatiques et le bilan d'extension des cancers rectaux. Cette technique est même suffisante au diagnostic des carcinomes hépato-cellulaire de plus de deux centimètres et de certaines tumeurs hépatiques bénignes telles que l'hémangiome et des tumeurs intracanalaires papillaires mucineuses du pancréas

(12). L'IRM permet la quantification des surcharges hépatiques : stéatose hépatique (13), hémochromatose. Une indication s'affirme, le suivi des pathologies inflammatoires du tube digestif (maladie de Crohn) où l'IRM remplace le scanner et la radiographie standard après opacification digestive. Les limitations jusqu'à lors étaient l'absence de séquences 3D dans certaines pondérations, les temps d'acquisition trop longs, des résolutions trop faibles ; cela évolue et l'exploration du grêle ou du côlon est vraisemblablement sur le plan morphologique la prochaine grande application de l'IRM.

En *pédiatrie*, l'IRM n'a pas modifié l'approche diagnostique de certaines pathologies : atteintes respiratoires, traumatismes à la phase initiale, occlusions intestinales aiguës. Les principales indications de l'IRM sont : la pathologie du système nerveux central, l'oncologie (diagnostic, extension et surveillance des lésions tumorales), les affections musculo-squelettiques et, dans les centres spécialisés, les explorations des cardiopathies congénitales et de leur devenir sous traitement. L'IRM a permis une très nette réduction de l'utilisation du scanner dans les deux premiers domaines.

II. LIMITES DE L'UTILISATION DE L'IRM

La principale limite de l'utilisation de l'IRM est liée aux difficultés d'accès et donc au manque d'équipement. Avec un peu plus de 500 appareils (deux fois moins que la moyenne européenne et trois fois moins que dans les pays nordiques), les délais d'attente restent anormalement longs (entre 20 et 65 jours, selon les régions, pour des patients atteints de cancers). La faible disponibilité mais aussi la faible cotation CCAM par rapport au temps d'examen, gênent le développement attendu de cette technique ; reconnaissance de la lourdeur de certains actes : IRM d'activation, IRM chez l'enfant avec sédation parfois indispensable, examens en urgence, et, prochainement, examens corps entier (14).

III. UNE PLACE POUR DES IRM DEDIEES ?

Des IRM dédiées à une région topographique ne semblent pas aujourd'hui souhaitées; en particulier des IRM de bas champ pour l'étude des extrémités en pathologie ostéo-articulaires qui n'apportent pas une qualité d'information suffisante. En revanche des appareils dédiés à l'urgence, des appareils dédiés à l'oncologie, à la pédiatrie (du fait de ses spécificités : longueur de certains examens, environnement nécessaire, en particulier anesthésique, système de monitoring et surveillance avant et après l'examen), à l'imagerie interventionnelle auraient probablement des conséquences structurantes sur la prise en charge des patients. Des plages dédiées en cas d'utilisation partagée des équipements représentent aussi une orientation souhaitée par les spécialistes contactés. Le regroupement d'activités données (biopsies sous IRM, ...) sur certaines IRM, et non pas toutes les IRM faisant tout, permettrait vraisemblablement d'avoir des outils plus spécifiques et donc plus performants. De plus, des plages ou des appareils dédiés à l'évaluation des techniques, ou à la recherche clinique sont indispensables dans les services hospitalo-universitaires.

Au total, l'IRM est, ou devient, la modalité d'imagerie diagnostique de choix dans des domaines de plus en plus divers. L'exploration du système nerveux, l'oncologie correspondent aux applications les plus importantes ; mais d'autres indications se précisent telles que les pathologies traumatiques, rhumatismales et cardiovasculaires. L'imagerie corps entier va

permettre d'étudier les pathologies multifocales, qu'il s'agisse d'affections malignes ou bénignes. Un accès plus grand à l'IRM et une reconnaissance de la complexité de certains examens sont indispensables ; cela permettra une substitution des examens exposant aux rayonnements ionisants, souhaitée par les patients et les professionnels de santé.

Collaborateurs : Alain Rahmouni (SRH), Jacques Niney (FNMR), Michel Claudon (CERF), Anne Tardivon (SOFMIS), Louis Boyer, Jean-Michel Bartoli, Olivier Vignaux, (SFICV), Christophe Aubé, Valérie Vilgrain (SIAD), Jean-Luc Drapé, Didier Godefroy (SIMS), François Laurent (SIT), Jean-François Chateil, Catherine Adamsbaum (SFIPP), Olivier Hélénon, Nicolas Grenier (SIGU), Laurent Piérot, Didier Dormont (SFNR), Nadine Martin-Duverneuil, Frédérique Dubrulle (CIREOL).

Références

1. Sherman JH, Hoes K, Marcus J, Komotar RJ, Brennan CW, Gutin PH. Neurosurgery for Brain Tumors: Update on Recent Technical Advances. *Curr Neurol Neurosci* 2011
2. Feigl GC, Ritz R, Moraes M, Klein J, Ramina K, Gharabaghi A, Krishek B, Danz S, Bornemann A, Liebsch M, Tatagiba MS. Resection of malignant brain tumors in eloquent cortical areas: a new multimodal approach combining 5-aminolevulinic acid and intraoperative monitoring. *J Neurosurg* 2010;113:352-7
3. Bauman G, Puderbach M, Deimling M, Jellus V, Chefd'hotel C, Dinkel J, Hintze C, Kauczor HU, Schad LR. Non-contrast-enhanced perfusion and ventilation assessment of the human lung by means of Fourier decomposition in proton MRI. *Magnet Reson Med* 2009;62:656-64
4. Lederlin M, Corneloup O, Latrabe V, Montaudon M, Laurent F. MRI and the thorax. *Rev Mal Respir* 2010;27:395-402
5. Blum A, Sauer B, Detreille R, Zabel JP, Pierrucci F, Witte Y, Drap F. Le diagnostic des fractures récentes du scaphoïde : revue de la littérature. *J Radiol* 2007;88:741-59
6. Feydy A, Gossec L, Bazeli R, THévenin F, Pluot E, Rousseau J, Lenczner G, Campagna R, Guerini H, Chevrot A, Dougados M, Drapé JL. Spondyloarthropathy: MR imaging features. *J Radiol* 2010;91:1057-67
7. Thuny F, Jacquier A, Jop B, Giorgi R, Gaubert JY, Bartoli JM, Moulin G, Habib G. Assessment of left ventricular non-compaction in adults: side-by-side comparison of cardiac magnetic resonance imaging with echocardiography. *Arch Cardiovasc Dis* 2010;103:150-9
8. Hays AG, Schär M, Kelle S. Clinical Applications for Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging at 3 Tesla. *Current Cardiology Reviews*, 2009, 5, 237-242
9. Yoshida S, Masuda H, Ishii C, Tanaka H, Fujii Y, Kawakami S, Kihara K. Usefulness of diffusion-weighted MRI in diagnosis of upper urinary tract cancer. *AJR* 2011;196:110-6
10. Durand E, Chaumet-Riffaud P, Grenier N. Functional renal imaging: new trends in radiology and nuclear medicine. *Semin Nucl Med* 2011;41:61-72
11. Dagué E, Malhaire C, Hardit C, Athanasiou A, Thibault F, Ollivier L, Tardivon A. MR breast screening in patients with genetic mutation. *J Radiol* 2008;89:783-90

12. Choi JY, Kim MJ, Lee JM, Lee JY, Kim SH, Han JK, Choi BI. Magnetic resonance cholangiography: comparison of two- and three-dimensional sequences for assessment of malignant biliary obstruction. *Eur Radiol* 2008;18:78-86
13. Cesbron-Metivier E, Rouillier V, Boursier J, Cavarro-Ménard C, Lebigot J, Michalak S, Calès P, Aubé C. Noninvasive liver steatosis quantification using MRI techniques combined with blood markers. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2010;22:973-82
14. Luciani A, Lin C, Beaussart P, Zerbib P, Haioun C, Rahmouni A. IRM fonctionnelle corps entier : applications hématologiques. *J Radiol* 2010;91:375-380