J. GAROT
Institut Hospitalier Jacques Cartier
Institut Cardiovasculaire Paris Sud
Service d'Imagerie Cardiovasculaire par Résonance Magnétique, MASSY.

IRM et scanner

Le congrès de l'AHA 2008 à la Nouvelle-Orléans a proposé un nombre important de sessions d'imagerie cardiovasculaire par IRM et scanner. Ainsi, l'on perçoit les prémices à une utilisation plus rationnelle de ces deux techniques d'imagerie pour certaines catégories de patients. La réalisation de ces examens doit s'intégrer dans une évaluation globale du patient, avec le souci d'optimiser sa prise en charge diagnostique, la stratification pronostique et l'adaptation du traitement de manière ciblée et individuelle.

Chez des patients à risque intermédiaire de présenter une insuffisance coronaire, ou chez ceux pour lesquels l'épreuve d'effort n'est pas contributive (irréalisable, sous-maximale, litigieuse, segment ST non interprétable), l'imagerie coronaire angiographique non invasive par scanner est une stratégie alternative à l'imagerie de la perfusion ou de la fonction myocardique au cours du stress à la recherche d'une ischémie myocardique (IRM, échocardiographie, scintigraphie). La principale valeur diagnostique du scanner réside dans sa grande valeur prédictive négative pour éliminer une pathologie coronaire en cas de scanner normal. Le congrès a également permis de confirmer sa valeur prédictive négative en termes de pronostic.

Chez le patient coronarien, les éléments pronostiques forts, outre la fonction VG et les caractéristiques cliniques, sont représentés par l'existence et l'étendue d'une ischémie myocardique. Il est admis, même après les résultats de COURAGE, qu'en cas d'ischémie myocardique étendue à plus de 10 % de la masse myocardique, la revascularisation coronaire améliore le pronostic des patients. Ainsi, la détermination du retentissement fonctionnel de la sténose coronaire a été réaffirmée comme une priorité afin d'adapter de manière optimale la prise en charge de ces patients. L'IRM de stress prend dans ce contexte une place grandissante, même si ce congrès marque les premiers pas du scanner dans le domaine de l'imagerie de perfusion myocardique.

IMAGERIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE

1. – IRM de stress

L'IRM de stress est réaffirmée comme une technique de choix après l'épreuve d'effort si celle-ci est sous-maximale, non contributive ou impossible, au même titre que l'échocardiographie de stress ou la scintigraphie myocardique, pour mettre en évidence, localiser et préciser l'étendue d'une ischémie myocardique réversible (***fig. 1***). L'efficacité diagnostique et la valeur pronostique de l'IRM de stress sont largement validées. La détermination de l'étendue de l'ischémie

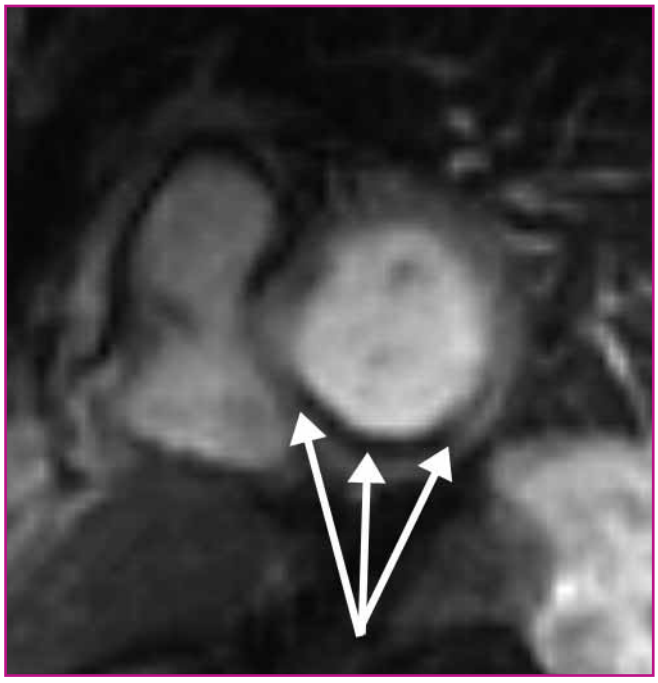

Fig. 1 : *IRM de stress. Imagerie de perfusion myocardique en vue petit axe au cours d'un stress pharmacologique, montrant un hyposignal inférieur sous-endocardique traduisant un déficit de perfusion au cours du stress (ischémie provoquée, flèches).*

Antécédent de revascularisation	Sensibilité	Spécificité	Efficacité diagnostique
Aucun	0,93	0,87	0,89
Angioplastie	0,88	0,92	0,91
Pontage	0,73	0,77	0,75

Tableau I : *Sensibilité et spécificité rapportées chez les 209 patients analysés.*

est un facteur crucial dans la prise en charge des coronariens pour décider ou non d'une revascularisation coronaire.

Bernhardt *et al*. ont présenté une étude multicentrique intéressante, évaluant l'IRM de stress par rapport à la coronarographie dans diverses situations cliniques, notamment chez des patients avec ou sans antécédent d'angioplastie coronaire et chez des patients ayant bénéficié d'un pontage aorto-coronaire. Un total de 477 patients ayant une suspicion d'ischémie myocardique ont été évalués. Parmi eux, 209 avaient un antécédent d'angioplastie coronaire et 110 un antécédent de pontage coronaire. Les chiffres de sensibilité et spécificité sont résumés dans le ***tableau I***, montrant une excellente précision diagnostique chez les patients sans antécédent de revascularisation et chez ceux ayant un antécédent d'angioplastie. Ces chiffres sont moins bons chez les patients pontés, peut-être en rapport avec des différences régionales de flux d'un greffon à l'autre chez le même patient, des différences de circulation collatérale ou d'ischémie myocardique détectée en amont de l'abouchement de pontages perméables.

Il est à noter que ces résultats ne s'appliquent pas aux angioplasties récentes de moins de 6 semaines, le délai moyen entre l'angioplastie et l'IRM étant d'environ 1 an dans l'étude. La valeur pronostique de l'IRM de stress (perfusion de premier passage, rehaussement tardif, fonction VG) est mise en avant dans le travail de Bingham *et al*. qui ont étudié 1 002 patients consécutifs à risque intermédiaire de présenter une insuffisance coronaire. Sur un suivi de 2,6 ans, et après ajustement sur les données de risque usuelles les plus prédictives, les données de l'IRM de stress (imagerie de perfusion) ajoutent une valeur pronostique très nette sur le risque de décès toute cause et le risque de décès d'origine coronaire.

2. – Rehaussement tardif

L'IRM de contraste (imagerie de rehaussement tardif) est largement confirmée à sa place de technique de référence clinique pour la détection de la viabilité myocardique (***fig. 2***). Cette méthode est reproductible d'un centre à l'autre pour la mesure de la taille de l'infarctus et permet de distinguer avec

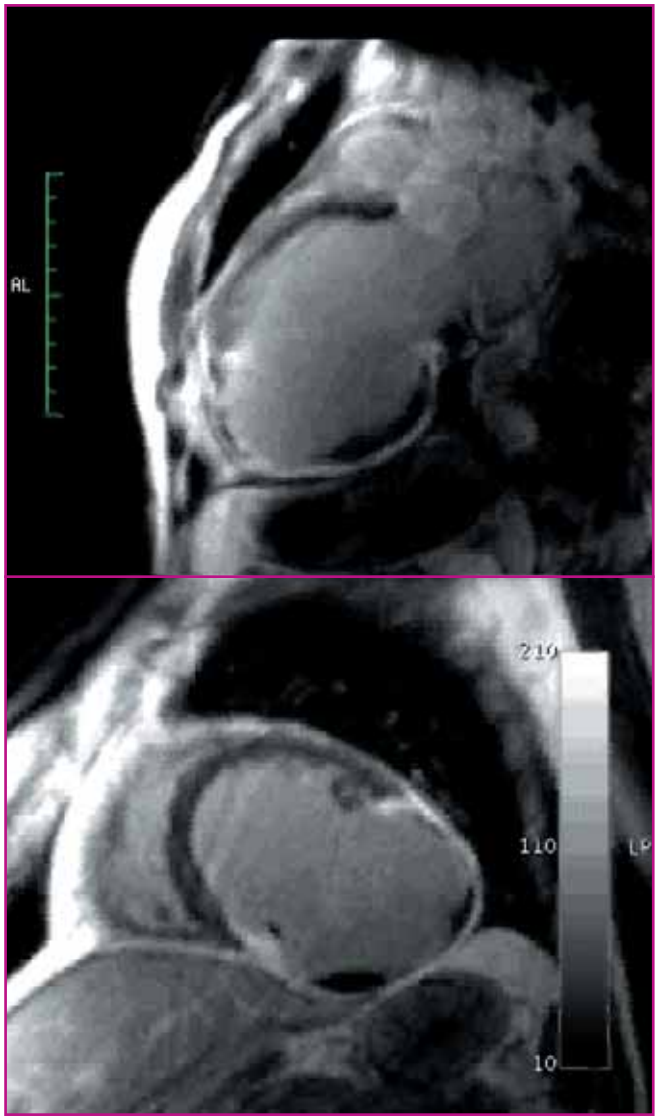

Fig. 2 : *Imagerie de rehaussement tardif chez un patient ayant présenté un infarctus inféro-latéral compliqué d'anévrysme ventriculaire (hypersignal transmural, pas de viabilité), tapissé d'un thrombus plan (hyposignal).*

une bonne précision les cardiomyopathies dilatées d'origine ischémique ou primitive. Les aspects et la distribution intramyocardique du rehaussement orientent vers des cardiopathies spécifiques (lésions ischémiques irréversibles, myocardites aiguës, cardiomyopathie hypertrophique, amylose, sarcoïdose, dysplasie arythmogène du VD…). Il est clairement établi que la présence et l'étendue du rehaussement confèrent une forte valeur pronostique dans certaines cardiopathies (cardiomyopathies ischémique, primitive : Almeida *et al*., hypertrophique : Rubinshtein *et al*.).

Mejs *et al*. ont rapporté une prévalence élevée de rehaussement tardif de type infarctus du myocarde (9,4 %, 13,1 % chez

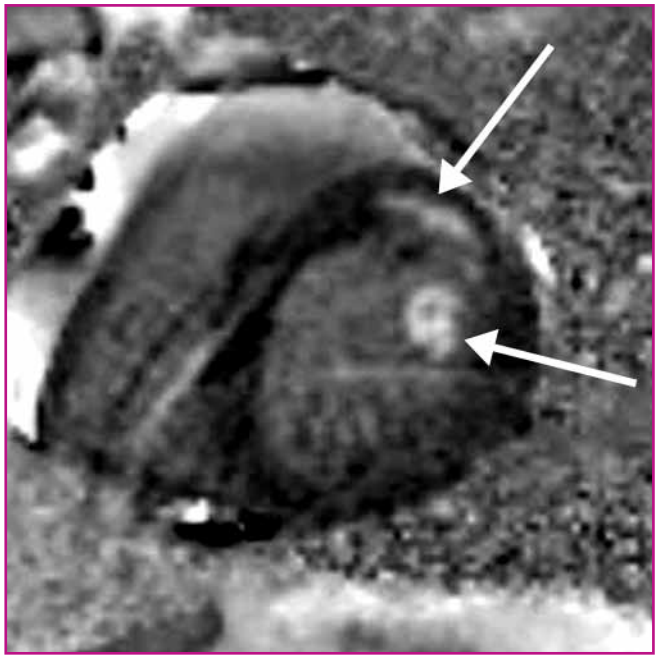

Fig. 3 : *Imagerie de rehaussement tardif (PSIR) en vue petit axe, mettant en évidence un petit infarctus sous-endocardique antérieur et du pilier (flèches). Cet infarctus n'était pas détecté par l'ECG ou l'échocardiographie. Il a une valeur pronostique défavorable et implique une prévention secondaire optimale.*

les hommes et 3,7 % chez les femmes), chez 502 patients à haut risque cardiovasculaire sans antécédent connu d'infarctus ou de maladie coronaire. Le risque de présenter un rehaussement tardif varie de 6 % chez les patients ayant deux facteurs de risque à 26 % chez les patients ayant au moins 4 facteurs de risque majeurs. En analyse multivariée, le risque de présenter à l'IRM un infarctus, jusque-là méconnu, est relié au genre masculin (OR : 2,6), à l'âge, au tabagisme actif (OR : 3,1), à un antécédent d'AVC (OR : 2,1) et à un antécédent d'anévrysme de l'aorte abdominale (OR : 2,3). Les auteurs ont rappelé l'impact pronostique péjoratif de ces nécroses méconnues, au même titre que les infarctus identifiés (***fig. 3***).

Almeida *et al*. ont étudié 22 patients présentant une non compaction isolée du VG et ont montré que la présence d'un rehaussement tardif est associée à la survenue d'arythmies ventriculaires sévères. Garcia-Lopez *et al*. ont montré qu'appliqués sur une population ayant une suspicion de non compaction du VG, les critères diagnostiques échocardiographiques et IRM sont très différents en termes diagnostiques, indiquant la nécessité d'une confrontation multimodalité. Les aspects du rehaussement tardif sont assez spécifiques dans l'amylose cardiaque, avec un rehaussement sous-endocardique diffus dépassant largement un territoire coronaire systématisé. Austin *et al*. ont évalué la valeur diagnostique de l'IRM de rehaussement tardif par rapport à la biopsie endomyocardique chez 37 patients suspects de présenter une amylose cardiaque. 15 patients ont effectivement eu une biopsie positive. L'IRM de rehaussement tardif a été très sensible et spécifique avec un faux positif et un faux négatif (sensibilité 93 %, spécificité 95 %), ce qui permet de recourir largement à cet examen en cas de suspicion diagnostique.

3. – IRM et facteurs prédictifs de réponse à la resynchronisation

Marsan *et al*. ont évalué un nouveau critère d'asynchronisme, issu de l'IRM chez 35 patients présentant une insuffisance cardiaque, et ont analysé la valeur prédictive de réponse à la resynchronisation (réponse évaluée par échocardiographie, réduction de plus de 15 % du volume télésystolique à 6 mois). Le critère d'asynchronisme en IRM est la déviation standard du temps d'atteinte de l'épaississement radial maximal au niveau de 16 segments myocardiques. Au 6e mois post-implantation, 21 patients sont répondeurs (60 %). L'index d'asynchronisme est plus élevé chez les répondeurs que chez les non répondeurs (97 ms [90-106] vs 60 ms [47-71], $p < 0{,}001$) et est fortement associé à la réponse au traitement (OR : 3,8). Sur les courbes ROC, un cut-off de 78 ms a une sensibilité de 82 % et une spécificité de 80 % pour prédire une réponse à la resynchronisation (AUC : 0,9). L'IRM permet également de quantifier la masse de myocarde nécrosé. Cette masse est moindre chez les répondeurs (3 vs 35 % de la masse myocardique, $p < 0{,}001$) avec un cut-off de 13 % (sensibilité 85 %, spécificité 79 %, AUC : 0,85). Ainsi, cette méthode offre l'avantage d'analyser l'asynchronisme, la viabilité, et de prédire la réponse à la resynchronisation. Bien évidemment, ces résultats obtenus sur une petite série, bien que très intéressants, méritent d'être confirmés par d'autres centres et à plus large échelle.

SCANNER CORONAIRE

La valeur diagnostique du scanner multicoupe est réaffirmée, surtout son excellente valeur prédictive négative chez des patients à risque faible ou intermédiaire. Sa valeur pronostique est également confirmée. Sur une série de 205 patients, Sozzi *et al*. ont rapporté un taux d'événements durs plus importants sur un suivi de 3 ans en cas de lésions coronaires obstructives au scanner (46 % d'événements à 30 mois) par rapport aux patients n'ayant aucune atteinte coronaire (0 % d'événements). Carrigan *et al*. ont étudié 227 patients ayant une coronaropathie suspectée et ont montré que le pronostic à

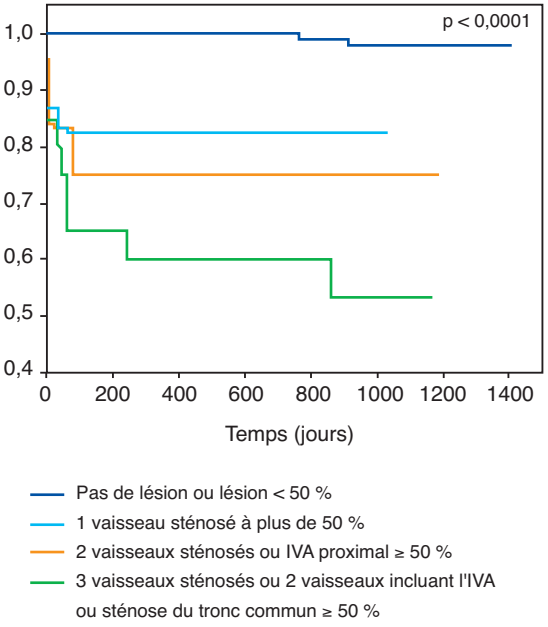

Fig. 4 : *Pronostic des patients en fonction du nombre de vaisseaux coronaires sténosés.*

2 ans est dépendant de l'atteinte coronaire au scanner et du nombre de vaisseaux coronaires sténosés (***fig. 4***).

1. – Imagerie de perfusion myocardique

D'assez nombreux travaux préliminaires ont porté sur la valeur du scanner multi-coupe pour l'imagerie de la perfusion myocardique. Kachenoura *et al*. ont comparé l'imagerie de perfusion de premier passage en scanner au repos avec la scintigraphie myocardique chez 98 patients et ont montré une relativement bonne concordance entre les deux méthodes. La technique ne nécessite pas d'irradiation supplémentaire ni d'addition de contraste iodé par rapport à l'examen angiographique coronaire. Kurata *et al*. rapportent une étude sur 18 patients, avec la coronarographie comme référence, et confirment l'intérêt potentiel du scanner de perfusion au cours du stress. D'autres études (Ishida *et al*.) confirment le potentiel de la technique, mais sur de petites séries de patients. La réserve de perfusion myocardique sous adénosine semble également pouvoir être dérivée des images de perfusion de premier passage (Shikata *et al*., Christian *et al*.), permettant d'envisager en un examen l'imagerie angiographique coronaire et son retentissement fonctionnel.

2. – Imagerie de la plaque

Soeda *et al*. ont montré, par comparaison avec l'imagerie de cohérence optique (OCT), que le scanner coronaire ne permet pas encore une analyse fine de la composition de la plaque d'athérome coronaire, avec notamment une sensibilité insuffisante de détection des plaques fibreuses ou riches en lipides (60 % environ). Le scanner 64 coupes ne permet pas de détecter l'épaisseur de la chape fibreuse au niveau des plaques molles. En utilisant l'échographie endocoronaire comme référence, Yang W. *et al*. ont confirmé chez 88 patients la valeur du scanner pour détecter les plaques coronaires calcifiées, et aussi les difficultés actuelles pour faire la différence entre les plaques fibreuses et les plaques riches en lipides. Aboshady *et al*. ont montré, dans une étude expérimentale chez le lapin, que les futures générations de scanner ("flat panel", "double énergie") offriront une meilleure résolution spatiale et auront un intérêt potentiel pour mieux caractériser la plaque d'athérome coronaire par rapport aux scanners 64 coupes actuels.

CONCLUSION

La synthèse de ce congrès en imagerie souligne la nécessité d'intégrer ces examens dans une démarche diagnostique globale pour la stratification du risque et une adaptation thérapeutique individuelle.

L'IRM confère des éléments pronostiques importants et indépendants au cours de diverses pathologies (ischémique, primitive, CMH notamment). L'appréciation de la signification fonctionnelle d'une sténose coronaire s'intègre dans ce contexte et constitue un prérequis avant de décider d'un éventuel geste de revascularisation coronaire. L'IRM de stress est une technique arrivée à maturité offrant une excellente performance diagnostique et pronostique.

L'imagerie angiographique coronaire par scanner a une valeur diagnostique et pronostique. L'imagerie de perfusion myocardique par scanner au cours du stress entre en scène et mérite d'être évaluée dans des séries plus larges. ■

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