

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

Imagerie par IRM et scanner

Imagerie par IRM et scanner : quoi de neuf ?



→ **J. GAROT, F. SANGUINETI,
E. BOUVIER, T. HOVASSE**
Institut Cardiovasculaire Paris-Sud
(ICPS), Hôpital Privé Jacques Cartier,
Générale de Santé, MASSY.

Quelles nouveautés en IRM en 2012 ?

L'année 2012 a été marquée par de nombreuses publications en imagerie cardiaque, et plus particulièrement sur l'imagerie de perfusion myocardique en IRM.

1. Imagerie de perfusion myocardique

Sans aucun doute, la publication qui a eu le plus d'impact en 2012 dans le domaine de l'imagerie n'est pas un travail centré directement sur l'IRM ou le scanner. En effet, l'étude FAME II ajoute un poids supplémentaire, s'il était nécessaire, à l'évidence que la décision de revascularisation myocardique doit être prise en fonction de l'existence et l'étendue d'une ischémie myocardique documentée, et non pas sur les aspects angiographiques d'une sténose coronaire [1]. Ce travail va inévitablement avoir pour effet d'augmenter le nombre d'exams d'imagerie susceptibles de mettre en évidence l'ischémie myocardique. Le choix de la modalité d'imagerie reste très dépendant de la disponibilité et de l'expertise locale.

Les deux études les plus larges comparant la scintigraphie myocardique de stress et l'IRM de stress, avec la coronarographie comme méthode de référence invasive, ont été publiées au cours de l'année passée (**fig. 1**). Dans l'étude CE-MARC, 752 patients ayant une suspicion d'insuffisance coronaire ont été inclus et ont bénéficié d'une IRM de stress (perfusion sous adénosine, rehaussement tardif, angiographie coronaire par RM) ainsi que d'une scintigraphie de stress au ^{99m}Tc [2]. MR-IMPACT est un essai multicentrique (33 centres en Europe et aux Etats-Unis) comparant également l'IRM de stress et la scintigraphie [3]. Les résultats des deux études sont résumés dans le **tableau I**.

Dans CE-MARC, l'analyse des courbes ROC met en évidence une supériorité

Etude	Test fonctionnel	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	VPP (%)	VPN (%)
CE-MARC	IRM	86,5	83,4	77,2	90,5
	Scintigraphie	66,5	82,6	71,4	79,1
MR-IMPACT	IRM	75	59	70	65
	Scintigraphie	59	72	73	60

TABLEAU I : Comparaison de la valeur diagnostique de l'IRM de stress et de la scintigraphie de stress dans CE-MARC et MR-IMPACT.

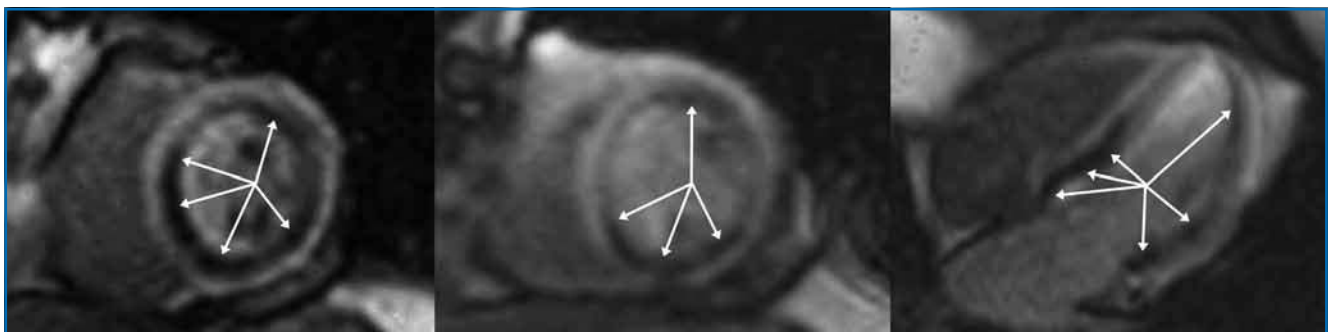


FIG. 1 : IRM de stress de perfusion de 1^{er} passage sous dipyrindamole. On note plusieurs territoires avec des anomalies de la réserve de perfusion myocardique (hyposignal, flèches) chez un patient détecté à raison comme plurivessel (sténoses serrées CD, CX et diagonale).

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

Imagerie par IRM et scanner

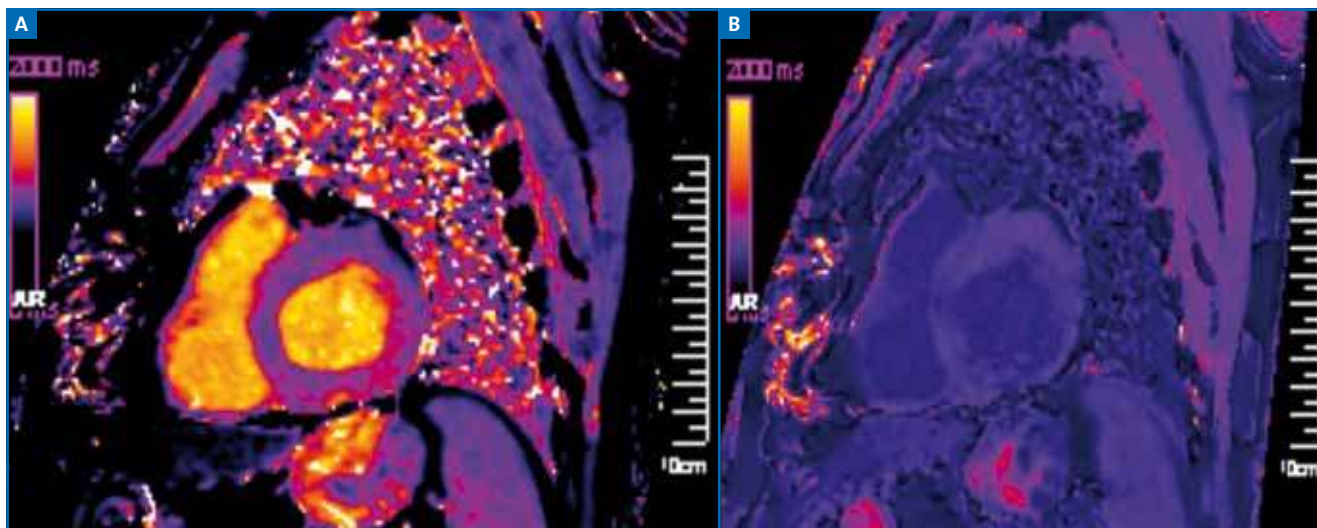


Fig. 2 : Détermination de l'expansion de la matrice extracellulaire chez un patient présentant un RAC serré. **A :** cartographie T1 (séquence MOLLI) en vue petit axe du VG avant injection de contraste: T1 moyen calculé à 1100 ms. **B :** Cartographie T1 acquise 12 mn après injection de contraste, T1 à 450 ms. La différence de temps de relaxation T1 est proportionnelle à la diffusion extravasculaire et extracellulaire du gadolinium et procure donc un reflet de l'expansion de la matrice extracellulaire (fraction de volume extracellulaire, avec une correction sur la fraction de volume plasmatique).

de l'IRM de stress (aire sous la courbe 0,89 [0,86-0,91] vs 0,74 [0,70-0,78]; $p < 0,0001$). L'aire sous la courbe pour les patients monotronculaires est de 0,87 [0,83-0,90] pour l'IRM de stress vs 0,71 [0,66-0,76] pour la scintigraphie ($p < 0,0001$). Pour les patients pluritronculaires, elle est de 0,91 [0,87-0,95] pour l'IRM et 0,77 [0,72-0,83] pour la SPECT ($p < 0,0001$). Ces résultats renforcent les données d'efficacité diagnostique et le rôle potentiel de l'IRM de stress, permettant d'éviter toute irradiation [4]. L'IRM de perfusion au cours du stress a été validée par comparaison à la FFR (guide pression invasif) [5]. La mesure de la FFR s'est imposée comme méthode de référence pour déterminer le caractère fonctionnel d'une lésion coronaire. La FFR constitue un paramètre reproductible, non influencé par la pression artérielle, la fréquence cardiaque, le type d'artère coronaire ou la contractilité myocardique. A cet aspect fonctionnel du retentissement de la sténose, l'IRM de stress permet d'ajouter la localisation et l'extension de l'ischémie qui a un impact majeur sur la décision thérapeutique (> 10% de la masse myocardique pour décider d'une revascularisation) (recom-

mandations de l'ESC sur la revascularisation myocardique).

Jogiya *et al.* ont confirmé l'excellente correspondance entre les données de l'IRM de stress à 3T et la FFR, avec une sensibilité, spécificité, et efficacité diagnostique de 91,90 et 91 %, respectivement (sur la base de l'analyse par patient) [6]. Ces données importantes peuvent être couplées à celles connues de sécurité de l'examen et de valeur pronostique. Elles assoient définitivement l'IRM de stress comme technique de grande valeur pour le diagnostic d'insuffisance coronaire. Les informations complémentaires apportées par cet examen sont cruciales : morphologie et fonction VG/VD, petite(s) séquelle(s) d'infarctus passée(s) inaperçue(s), viabilité myocardique.

2. Expansion de la matrice extra-cellulaire

Wong *et al.* ont analysé l'expansion de la matrice extracellulaire du myocarde et étudié son lien avec le pronostic à court terme [7]. Au cours des cardiopathies, l'expansion de la matrice extracellulaire myocardique peut représenter un déter-

minant essentiel d'un remodelage ventriculaire gauche défavorable. Les auteurs ont déterminé une fraction de volume extracellulaire myocardique en se basant sur des cartographies T1 du myocarde (séquence MOLLI) avant et après injection de gadolinium, et en corrigeant sur l'hématocrite (fraction de volume plasmatique). Le gadolinium va diffuser dans le secteur extracellulaire. Plus le gadolinium diffuse, plus le T1 baisse, et plus l'expansion de la matrice extracellulaire est importante (**fig. 2**). Cette technique permet de détecter un secteur extracellulaire augmenté avant même la survenue de fibrose macroscopique détectée sur les images en rehaussement tardif. Ce travail important démontre la valeur pronostique de ce facteur, à la fois sur la mortalité mais aussi sur la survenue d'événements cardiovasculaires majeurs.

Quelles nouveautés en scanner en 2012 ?

Les bonnes résolutions spatiale et temporelle ont permis de valider le scanner coronaire comme une technique robuste et précise dans l'évaluation angiogra-

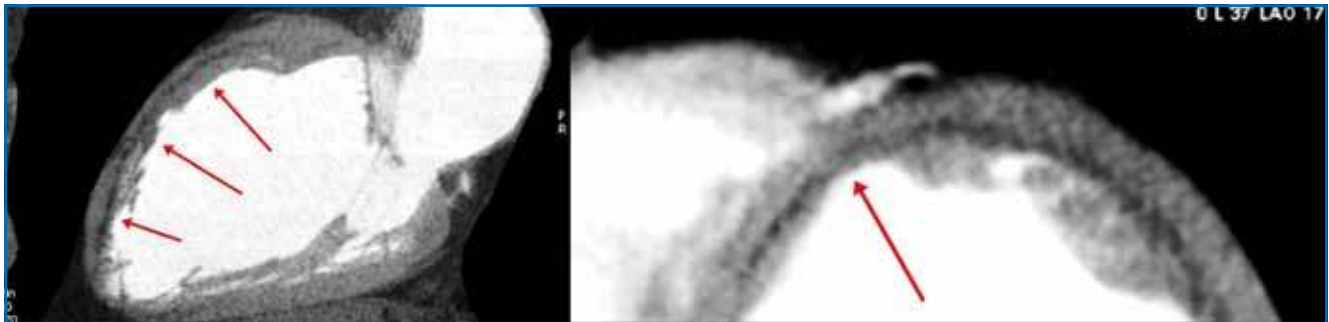


FIG. 3 : Etude de la perfusion myocardique en scanner injecté : hypodensité sous-endocardique ASA traduisant un défaut de perfusion dans le territoire de l'IVA.

phique non invasive des coronaires. Plus récemment, le scanner a été proposé comme une technique alternative d'imagerie de la perfusion myocardique. Les résultats préliminaires de l'étude CORE-320 ont été présentés au congrès

de l'ESC 2012. Cette étude a évalué la valeur additive de l'imagerie de perfusion myocardique par scanner à celle de l'angiographie coronaire par scanner chez 381 patients, en se référant à un modèle standard comprenant une coronaro-

graphie invasive et une scintigraphie. L'adjonction de l'imagerie de perfusion a significativement amélioré l'efficacité diagnostique du scanner pour la mise en évidence d'une sténose coronaire serrée (aire sous la courbe 0,87 vs 0,81, $p < 0,001$), avec une dose totale d'irradiation inférieure à celle de la combinaison coronarographie et scintigraphie (**fig. 3**).

Pour évaluer la signification fonctionnelle d'une sténose, une autre approche est la détermination de la FFR par scanner. Cette nouvelle méthode est basée sur un traitement numérisé de la dynamique des fluides pour aboutir au calcul de la FFR de manière non invasive. Dans l'étude multicentrique DeFACTO, les auteurs ont comparé la FFR par scanner avec son homologue gold standard invasif chez 252 patients [8]. L'utilisation conjuguée de la FFR et de l'angiographie par scanner a permis d'améliorer l'efficacité diagnostique du scanner (aire sous la courbe versus angiographie seule 0,81 vs 0,68 respectivement, $p < 0,001$).

Deux grandes études sont venues soutenir l'utilisation du scanner coronaire aux urgences : ACRIN-PA et ROMICAT II [9, 10]. Ces deux essais ont inclus un total de 2 370 patients à risque intermédiaire se présentant aux urgences avec le diagnostic suspecté de syndrome coronaire aigu, et ont comparé une stratégie avec un scanner précoce aux urgences versus la prise en charge traditionnelle sans scanner (**fig. 4**). Les résultats sont convaincants, montrant une réduction

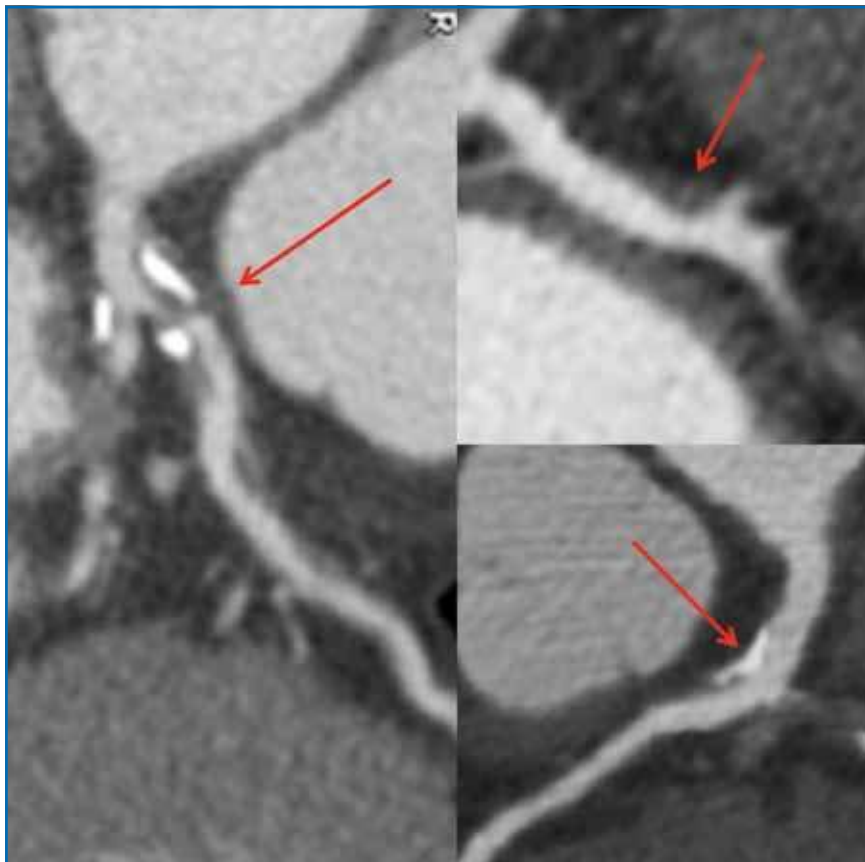


FIG. 4 : A gauche, scanner coronaire aux urgences pour douleur thoracique suspecte mais brève avec ECG post-critique et troponine négatifs : mise en évidence d'une sténose critique calcifiée de l'IVA ostiale. A droite, lésions coronaires non significatives de découverte fortuite, non ischémiantes, mais ayant une valeur pronostique.

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

Imagerie par IRM et scanner

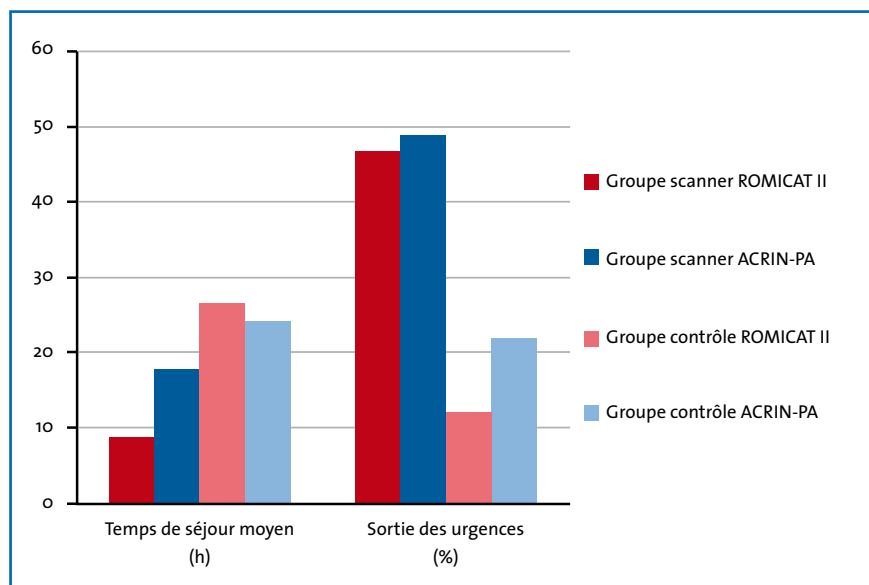


FIG. 5 : Résultats de ACRIN-PA et ROMICAT II.

de la durée du séjour hospitalier avec la stratégie incluant le scanner et un taux plus élevé de sortie rapide à partir du service des urgences, sans surcroît d'événements cliniques défavorables (fig. 5).

L'année 2012 a également été marquée par une nouvelle étude encourageante sur l'imagerie hybride. Fiechter *et al.* ont confirmé, dans une petite étude, le potentiel de l'imagerie combinée par scanner 64 coupes (information anatomique) et gamma caméra cadmium zinc telluride (CZT) (signification fonctionnelle) [11].

Conclusion

2012 a produit un lot important de publications qui renforcent le rôle des techniques d'imagerie fonctionnelle pour la mise en évidence de l'ischémie myocardique. Plus particulièrement, CE-MARC

et MR-IMPACT II devraient permettre d'accélérer encore le développement de l'IRM de stress. A la lumière des études ACRIN-PA et ROMICAT II, la place du scanner coronaire aux urgences devrait également se renforcer.

Bibliographie

1. DE BRUYNE B, PIJLS NHJ, KALESAN B *et al.* for the FAME 2 Trial Investigators. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N Engl J Med*, 2012; 367: 991-1001.
2. GREENWOOD JP, MAREDA N, YOUNGER J *et al.* Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. *Lancet*, 2012; 379: 453-460.
3. SCHWITTER J, WACKER CM, WILKE N *et al.* for the MR-IMPACT Investigators. MR-IMPACT II: magnetic resonance imaging for myocardial perfusion assessment in coronary artery disease trial: perfusion-cardiac magnetic resonance vs single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease: a comparative multicentre, multivendor trial. *Eur Heart J*, Advance Access published March 4, 2012, doi: 10.1093/eurheartj/ehs022.
4. JAARMA C, LEINER T, BEKKERS SC *et al.* Diagnostic performance of noninvasive myocardial perfusion imaging using single-photon emission computed tomography, cardiac magnetic resonance, and positron emission tomography imaging for the detection of obstructive coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*, 2012; 59: 1719-1728.
5. LOCKIE T, ISHIDA M, PERERA D *et al.* High-resolution magnetic resonance myocardial perfusion imaging at 3.0-Tesla to detect hemodynamically significant coronary stenoses as determined by fractional flow reserve. *J Am Coll Cardiol*, 2011; 57: 70-75.
6. JOGIYA R, KOZERKE S, MORTON G *et al.* Validation of dynamic 3-dimensional whole heart magnetic resonance myocardial perfusion imaging against fractional flow reserve for the detection of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*, 2012; 60: 756-765.
7. WONG TC, PIEHLER K, MEIER CG *et al.* Association between extracellular matrix expansion quantified by cardiovascular magnetic resonance and short-term mortality. *Circulation*, 2012; 126: 1206-1216.
8. MIN JK, LEIPSIC J, PENCINA MJ *et al.* Diagnostic accuracy of fractional flow reserve from anatomic CT angiography. *JAMA*, 2012; 308: 1237-1245.
9. LITT HL, GATSONIS C, SNYDER B *et al.* CT Angiography for safe discharge of patients with possible acute coronary syndromes. *N Engl J Med*, 2012; 366: 1393-1403.
10. HOFFMAN U, TRUONG QA, SCHOENFELD DA *et al.* for the ROMICAT-II Investigators. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. *N Engl J Med*, 2012; 367: 299-308.
11. FIECHTER M, GHADRI JR, WOLFRUM M *et al.* Downstream resource utilization following hybrid cardiac imaging with an integrated cadmium-zinc-telluride/64-slice CT device. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2012; 39: 430-436.

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