

L'année cardiologique

Quoi de neuf en imagerie par IRM et scanner ?

IRM cardiovasculaire

1. Rehaussement tardif et pronostic chez les patients ayant une CMD modérée sans dysfonction VG sévère

La mise en place d'un défibrillateur implantable est indiquée chez les patients présentant une cardiomyopathie dilatée (CMD) pour la prévention primaire du risque de mort subite lorsque la FE est $< 35\%$. Cependant, les registres de patients survivants d'un arrêt cardiaque en dehors de l'hôpital indiquent que 70 à 80 % de ces patients ont une FE $> 35\%$.

Une étude récente a porté sur la valeur potentielle du rehaussement tardif intramyocardique en IRM pour identifier les patients ayant une CMD sans dysfonction systolique sévère, mais à haut risque de mort subite (**fig. 1**) [1].

Dans cette étude prospective monocentrique, les auteurs ont analysé l'association du rehaussement tardif intramyocardique et la survenue d'un critère de jugement primaire combiné (mort subite ou mort subite avortée)

chez des patients ayant une CMD avec une FE $\geq 40\%$. Parmi 399 patients (145 femmes, âge médian 50 ans, FEVG médiane 50 %, 25,3 % avec un rehaussement tardif intra-myocardique), 18/101 patients (17,8 %) avec un rehaussement tardif ont présenté un élément du critère primaire préspecifié, sur un suivi médian de 4,6 ans.

Par comparaison, 7/298 patients (2,3 %) sans rehaussement tardif ont présenté un élément du critère primaire (RR: 9,2; IC 95 % : 3,9-21,8; $p < 0,0001$). Neuf patients avec un rehaussement tardif (8,9 %) ont présenté une mort subite vs 6 patients sans rehaussement tardif (2 %) (RR: 4,9; IC 95 % : 1,8-13,5; $p = 0,002$). Dix patients avec rehaussement tardif (9,9 %) ont présenté une mort subite avortée vs 1 patient sans rehaussement tardif (0,3 %) (RR: 34,8; IC 95 % : 4,6-266,6; $p < 0,001$). Après ajustement, la présence d'un rehaussement tardif intramyocardique prédit la survenue du critère primaire composé (RR: 9,3; IC 95 % : 3,9-22,3; $p < 0,0001$), d'une mort subite (RR: 4,8; IC 95 % : 1,7-13,8; $p = 0,003$) et d'une mort subite avortée (RR: 35,9; IC 95 % : 4,8-271,4;

$p < 0,001$). Les risques relatifs estimés de survenue du critère primaire chez les patients ayant une extension de rehaussement tardif de 0-2,5 %, 2,5-5 % et $> 5\%$ vs les patients sans rehaussement sont de 10,6 (IC 95 % : 3,9-29,4), de 4,9 (IC 95 % : 1,3-18,9) et de 11,8 (IC 95 % : 4,3-32,3), respectivement.

Cette étude est intéressante car elle indique que la seule présence d'un rehaussement tardif intramyocardique en IRM permet d'identifier un groupe de patients ayant une CMD et une FEVG $\geq 40\%$ avec un risque significativement accru de mort subite. De plus, on sait que ce sous-groupe de patients a un risque faible de mort cardiaque non subite. Même si ces résultats devront être confirmés et dupliqués, les auteurs suggèrent que les patients ayant une CMD avec un rehaussement tardif et une FEVG $\geq 40\%$ pourraient bénéficier de l'implantation d'un défibrillateur.

2. Fibrose intramyocardique chez les patients présentant une insuffisance cardiaque à fonction systolique VG préservée

Au cours de l'évolution de l'insuffisance cardiaque à FEVG préservée (ICFEP), les



F. SANGUINETTI, J. GAROT
IRM Cardiovasculaire – Institut Cardiovasculaire Paris Sud (ICPS),
Hôpital Privé Jacques Cartier, Ramsay-Générale de Santé, MASSY.

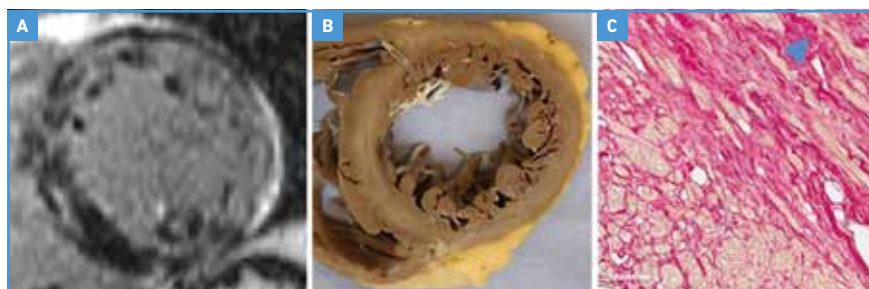


Fig. 1 : Fibrose linéaire de remplacement dans le cadre d'une CMD, identifiée en IRM de rehaussement tardif (A) sur la pièce anatomique prétransplantation (B) et en histologie (C).

interactions entre la matrice extracellulaire et les cardiomyocytes, liées à l'accumulation de collagène, peuvent altérer les fonctions microvasculaire, mécanique de contraction et de conduction électrique. L'imagerie de rehaussement tardif classique 10 mn après l'injection de gadolinium permet la mise en évidence d'une fibrose macroscopique focale de remplacement. La fibrose microscopique diffuse du myocarde, distincte de la précédente, peut être mise en évidence par le calcul de la fraction de volume extracellulaire, à partir des valeurs de cartographies T1 du myocarde avant et après contraste.

Cette étude vise à évaluer la prévalence de la fibrose myocardique interstitielle chez des patients présentant une ICFEP vs les patients à risque de présenter une telle pathologie et de suivre la survenue d'événements cliniques [2]. Les auteurs ont suivi une cohorte de patients ayant bénéficié d'une IRM avec une FEVG préservée et une mesure de la fibrose myocardique interstitielle par le calcul du volume extracellulaire. Parmi les 1 174 patients inclus et suivis (537 femmes, âge médian 56 ans), 250 sont jugés à risque de présenter une ICFEP en raison d'un BNP élevé, 160 patients ont un diagnostic clinique d'ICFEP et 745 n'ont pas d'insuffisance cardiaque.

Les groupes de patients à risque de présenter une ICFEP ou qui ont une ICFEP ont une prévalence et une étendue de fibrose myocardique plus élevées que le sous-groupe de patients sans insuffisance cardiaque. De manière similaire, leur pronostic est moins bon. Parmi les patients à risque d'ICFEP ou présentant une ICFEP, le diagnostic d'ICFEP n'est pas associé à une fibrose myocardique plus importante (fraction de volume extracellulaire médiane 28,2 % vs 28,3 %) ni à un pronostic plus sombre. Sur un suivi médian de 1,9 ans, 61 patients à risque d'ICFEP ou ayant une ICFEP ont présenté un événement clinique (19 hospitalisations pour IC, 48 décès, 6 avec les 2 évé-

nements précédents). Chez les patients présentant une ICFEP, la mesure du volume extracellulaire par IRM est associée à la valeur du BNP et au pronostic (RR: 1,75 pour une augmentation du volume extracellulaire de 5 %, IC 95 % : 1,25-2,45 ; $p = 0,001$).

Cette étude montre que la prévalence et l'étendue de la fibrose myocardique sont identiques chez les patients ayant une ICFEP ou à risque de présenter une ICFEP sur la base d'un BNP élevé. On peut aisément concevoir que la présence et la progression de la fibrose intramyocardique précèdent le diagnostic clinique d'ICFEP. La fibrose myocardique est associée à la sévérité de la maladie (BNP) et au pronostic. Ce travail oriente les recherches ultérieures sur les systèmes cellulaires (sécrétomes) jouant un rôle dans la production de la fibrose myocardique qui pourraient devenir les cibles thérapeutiques privilégiées dans l'ICFEP.

3. Myocardite aiguë et pronostic

Une étude importante avait suggéré au début des années 2000 que, malgré leur présentation clinique souvent dramatique, les patients présentant une myocardite aiguë fulminante (MF) ont un meilleur pronostic que ceux présentant une myocardite aiguë non fulminante (MNF) [3].

Des auteurs italiens ont étudié 187 patients consécutifs admis entre mai 2001 et novembre 2016, avec un diagnostic de myocardite aiguë (symptômes < 1 mois), dont 55 ont nécessité des inotropes ou une assistance circulatoire mécanique (MF) et 132 patients hémodynamiquement stables (MNF) (**fig. 2**) [4]. Dans la population totale, le taux de décès hospitalier ou de transplantation cardiaque est de 25,5 % dans le groupe MF vs 0 % dans le groupe MNF. La survie à long terme (9 ans) sans transplantation cardiaque est plus basse dans le groupe MF vs MNF (64,5 % vs 100 % ; $p < 0,0001$). Malgré une amélioration plus marquée de la FEVG durant l'hospitalisation dans le groupe MF vs MNF (médiane +32 % [20-40] vs +3 % [0-10] respectivement ; $p < 0,0001$), la proportion de patients avec une FEVG < 55 % au dernier suivi est plus élevée dans le groupe MF vs MNF (29 % vs 9 % ; risque relatif: 3,32 ; IC 95 % : 1,45-7,64 ; $p = 0,003$). Aucun patient du groupe MNF avec une FEVG ≥ 55 % à la sortie de l'hôpital n'a connu de baisse significative de la FEVG lors du suivi.

Ainsi, l'étude montre que les patients ayant une MF ont une mortalité plus élevée et un taux plus élevé de transplantation. Les patients avec une MF ont une FE plus altérée à l'admission et, malgré une nette amélioration durant l'hospitalisation, la FEVG reste plus basse au décours.

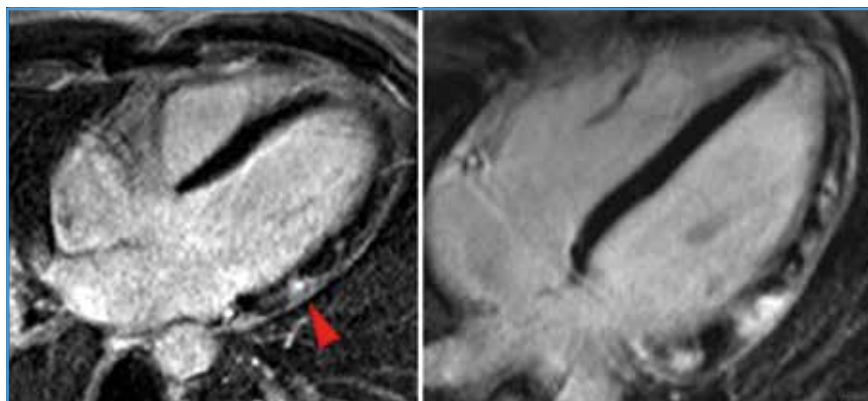


Fig. 2 : Lésions typiques de myocardite en rehaussement tardif (plusieurs lésions nodulaires sous-épикариques).

L'année cardiologique

4. Athérome coronaire infraclinique chez les athlètes d'endurance

Les athlètes confirmés d'âge mûr, ayant des facteurs de risque cardiovasculaire, présentent des scores calciques coro-

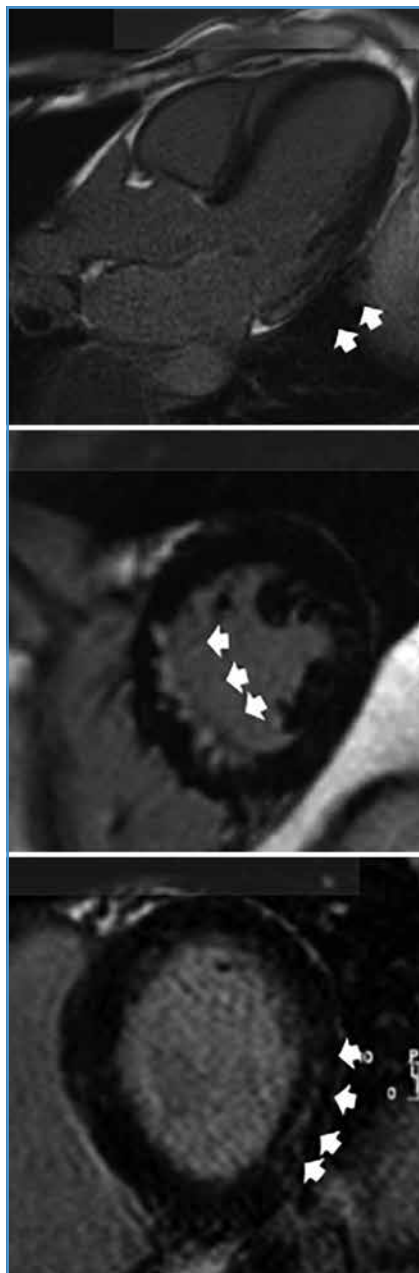


Fig. 3 : Divers aspects de rehaussement tardif en IRM chez 3 athlètes masculins : rehaussement sous-épicaire (myocardite, **en haut**), sous-endo-cardique septal (infarctus, **au milieu**) et intramyocardique (non spécifique, **en bas**).

naires plus élevés au scanner par rapport aux sujets appariés sédentaires. Nous avons très peu de données sur la prévalence de la maladie coronaire chez les athlètes confirmés (sport d'endurance pratiqué depuis $31 \pm 12,6$ ans, 77 % de course à pied, nombre médian de marathons/athlète : 13) avec un profil de risque très bas.

Les auteurs ont étudié 152 athlètes confirmés d'âge mature ($54,4 \pm 8,5$ ans, 70 % d'hommes) et 92 contrôles appariés sur l'âge et le sexe, avec un faible risque coronaire [5]. Les sujets ont bénéficié d'une échocardiographie, d'une épreuve d'effort, d'un scanner coronaire, d'un Holter ECG de 24 h et d'une IRM de perfusion au gadolinium. La plupart des athlètes (60 %) et des contrôles (63 %) ont un score calcique normal. Les athlètes masculins ont une prévalence plus importante de plaques coronaires que les sédentaires (44,3 % vs 22,2 % ; $p < 0,01$), et seulement les athlètes masculins présentent des scores calciques ≥ 300 Agatston (11,3 %) et une sténose coronaire ≥ 50 % (7,5 %). Les athlètes masculins ont des plaques calcifiées essentiellement (72,7 %) tandis que les sédentaires masculins ont des plaques mixtes (61,5 %). Le nombre d'années d'entraînement est la seule variable indépendante associée avec un risque accru de score calcique élevé ($> 70^{\text{e}}$ percentile pour l'âge) ou une sténose ≥ 50 % chez les athlètes masculins. Quinze (14 %) athlètes masculins vs aucun contrôle présentent un rehaussement tardif en IRM (**fig. 3**) ; parmi ces 15 athlètes, 7 ont un aspect d'infarctus du myocarde, dont 3 (42 %) ont une sténose ≥ 50 % de l'artère coronaire correspondante.

La signification de ces observations est incertaine, mais les plaques coronaires sont plus fréquentes et plus souvent calcifiées chez les athlètes. Cette nature plutôt stable des plaques pourrait contrebalancer le risque de rupture de plaques et de survenue d'infarctus.

5. Survivants d'arrêt cardiaque ayant une coronarographie non conclusive : rôle de l'IRM ?

L'arrêt cardiocirculatoire extrahospitalier non traumatique est la cause dominante de décès dans le monde, essentiellement liée au syndrome coronaire aigu. La coronarographie en urgence est recommandée chez ces patients lorsqu'ils sont conduits vivants à l'hôpital dans l'optique d'une revascularisation coronaire urgente. La majorité de ces patients présentent une coronarographie sans lésion coronaire significative. Leur prise en charge est complexe.

Dans cette étude multicentrique rétrospective, les auteurs ont étudié le rôle potentiel de l'IRM cardiaque pour le diagnostic et la prise en charge de ces patients ayant présenté un arrêt cardiaque extrahospitalier, sans lésion coronaire significative à la coronarographie [6].

Parmi les 174 patients ayant survécu à un arrêt cardiaque extrahospitalier et bénéficiant d'une IRM cardiaque diagnostique, 110 (63 %, 84 hommes, âge médian : 58 ans) ont une coronarographie sans lésion significative. L'IRM a mis en évidence un substrat pathologique potentiellement arythmogène chez 76/110 patients (69 %) : substrat ischémique chez 45 patients (41 %) et non ischémique chez 31 (28 %) (**fig. 4**). L'IRM a conclu à un cœur structuellement normal chez 25 patients (23 %) et à des lésions non spécifiques chez 9 patients (8 %). Comparée à l'échocardiographie transthoracique, l'IRM a permis de mettre en évidence un substrat pathologique chez 69 % des patients vs 54 % ; $p = 0,018$). Elle a eu un impact clinique chez 70 % des patients, avec une modification du diagnostic initial chez 25 %, un changement dans la prise en charge thérapeutique chez 29 % et un changement diagnostique et thérapeutique chez 16 % d'entre eux.

Il apparaît donc clairement que la réalisation d'une IRM cardiaque doit être considérée dans cette population de patients.

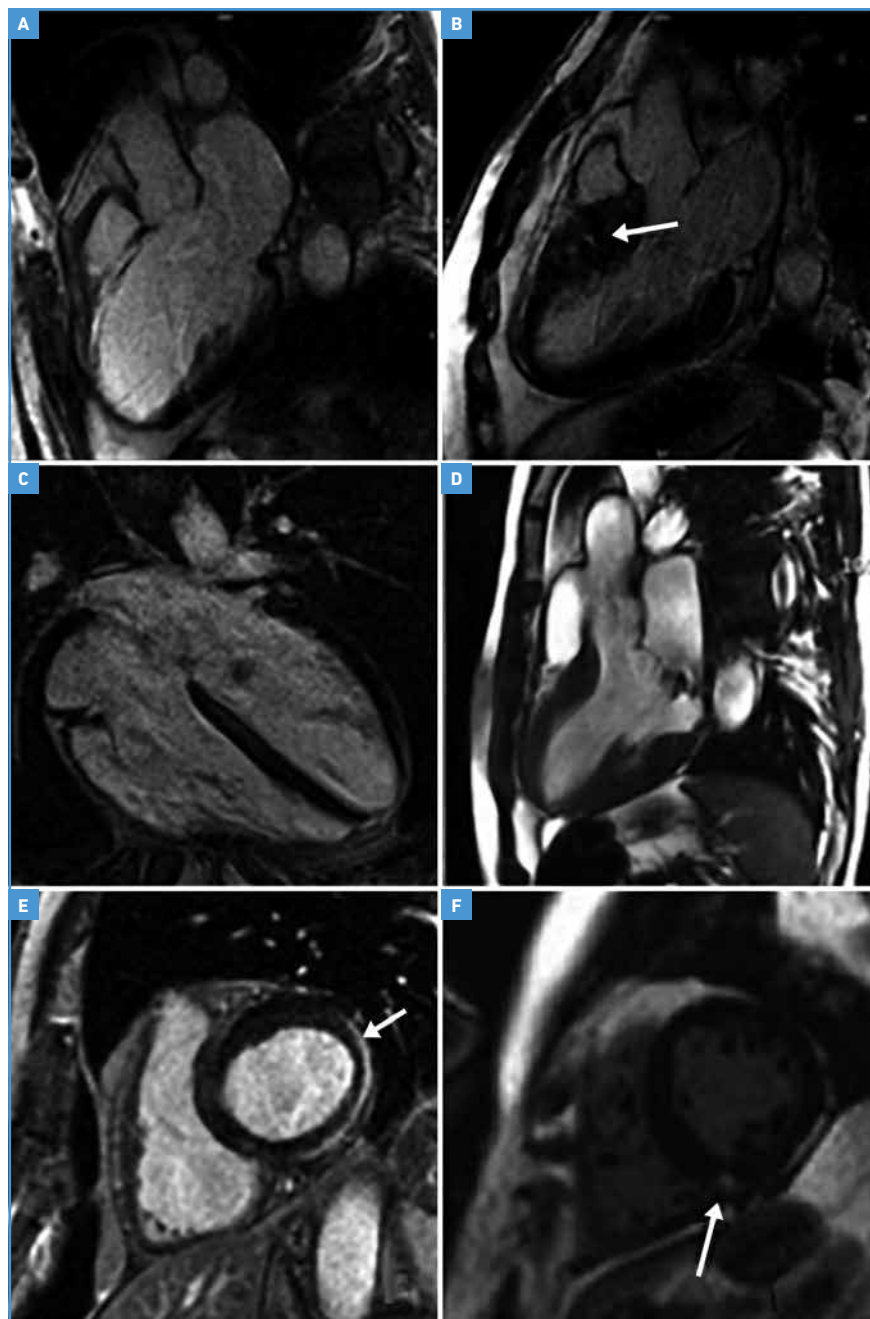


Fig. 4 : Pathologies mises en évidence par l'IRM chez des survivants d'arrêt cardiaque extrahospitalier, sans lésion coronaire significative: infarctus (A), CMH avec fibrose (B), DVDA (C), prolapsus valvulaire mitral (D), myocardite (E), fibrose inférieure non spécifique (F).

6. Quantification de l'IAO après TAVI

La présence d'une insuffisance aortique (IAO) après TAVI est associée à une mortalité accrue. Quantifier la fuite aortique

par échocardiographie Doppler chez ces patients est difficile. L'IRM est une technique précise pour quantifier l'IAO, y compris dans ce contexte, mais nous disposons de peu de données pronostiques.

Les auteurs ont étudié 135 patients (dans 3 centres) ayant bénéficié d'une quantification de l'IAO par échocardiographie Doppler (médiane: 6 jours post-TAVI) et par IRM (fluximétrie, médiane: 40 jours post-TAVI) [7]. Les critères de jugement cliniques ont inclus la mortalité et la réhospitalisation pour insuffisance cardiaque avec un suivi médian de 26 mois.

Dans cette étude, une IAO moyenne/sévère survient chez 17,1 % des patients à l'échographie après TAVI et chez 12,8 % à l'IRM. Une fraction de régurgitation élevée est associée à une mortalité accrue (RR: 1,18 pour chaque augmentation de 5 % de la fraction de régurgitation; IC 95 %: 1,08-1,30; $p < 0,001$) et à une survie plus fréquente du critère combiné (mortalité-hospitalisation pour insuffisance cardiaque): RR: 1,19 pour chaque augmentation de 5 % de la fraction de régurgitation; IC 95 %: 1,15-1,23; $p < 0,001$).

Les modèles de prédiction indiquent une valeur prédictive supérieure de l'IRM. Par rapport à l'écho, la quantification de l'IAO par IRM est associée de manière plus marquée à la survenue d'événements cliniques après TAVI ($p < 0,01$). Une fraction de régurgitation ≥ 30 % prédit au mieux la survenue des événements cliniques ($p < 0,001$ pour la mortalité et le critère combiné). Il est important de souligner que la quantification de l'IAO par IRM reste précise après TAVI et comporte une bonne valeur pronostique.

7. Détermination de la zone à risque et de la taille de l'infarctus dans l'infarctus aigu (STEMI)

Même si les séquences conventionnelles restent les références (T2, rehaussement tardif), plusieurs études ont montré la valeur potentielle de la cartographie T1 et de la détermination de la fraction de volume extracellulaire du myocarde pour caractériser la taille de la zone à risque de l'infarctus aigu et chronique [8-10].

L'année cardiologique

Scanner cardiaque

1. Confirmation de la valeur ajoutée de la FFR non invasive par scanner

La mesure de la FFR par scanner (FFR-CT) confirme son énorme potentiel et promet de modifier nos pratiques lorsque les systèmes de calcul seront disponibles en routine clinique. En effet, l'association de la FFR-CT aux informations anatomiques obtenues par l'angiographie coronaire classique par scanner augmente la capacité de l'examen à identifier les lésions hémodynamiquement significatives et à estimer l'extension de l'ischémie [11].

Les auteurs ont étudié la valeur de l'angiographie coronaire seule puis associée à la FFR-CT pour prédire la survenue d'une revascularisation coronaire (selon une prise en charge standard et aveugle vis-à-vis des données du scanner) chez des patients symptomatiques.

L'association de la FFR-CT aux données angiographiques non invasives augmente le pouvoir diagnostique de l'examen, avec une valeur prédictive positive à 74 % et une valeur prédictive négative à 96 %. L'analyse des courbes ROC montre une AUC significativement plus élevée pour le scanner coronaire combiné avec la FFR-CT (fig. 5).

L'étude PROMISE est une cohorte observationnelle de patients présentant des douleurs thoraciques stables et devant bénéficier d'une coronarographie invasive après un scanner coronaire positif [12]. La FFR-CT est mesurée de manière indépendante et les auteurs ont analysé l'agrément entre FFR-CT (positive si $\leq 0,80$) et la sténose au scanner et en coronarographie (positive si ≥ 50 % pour le tronc commun ou ≥ 70 % pour une autre artère), ainsi que sa valeur prédictive pour la survenue d'un critère combiné revascularisation coronaire, décès, infarctus,

angor instable. La FFR-CT a été mesurée chez 181/271 patients éligibles (67 % ; âge moyen : 62 ans ; 36 % de femmes). Elle est discordante avec le degré de sténose chez 31 % des patients (57/181) pour le scanner et chez 29 % (52/181) pour la coronarographie. La plupart des patients qui ont bénéficié d'une revascularisation avaient une FFR-CT $\leq 0,80$ (91 % ; 80/88). Une FFR-CT $\leq 0,80$ est significativement un meilleur facteur prédictif pour la survenue d'un élément du critère combiné que la présence d'une sténose sévère au scanner (RR : 4,3 ; IC 95 % : 2,4-8,9 vs 2,9 ; IC 95 % : 1,8-5,1 ; $p = 0,033$).

Réaliser une coronarographie invasive aux seuls patients ayant une FFR-CT $\leq 0,80$ permettrait de réduire le taux de coronarographies sans lésion significative de 44 % et d'augmenter la proportion de coronarographies aboutissant à une revascularisation de 24 %.

2. Rôle important dans les pathologies valvulaires

La Task Force AHA/ACC 2017 a défini les critères d'utilisation de l'imagerie dans la pathologie valvulaire et retient le scanner comme une technique "appropriée" [13] : – dans l'évaluation des prothèses valvulaires (biologiques et mécaniques) en seconde intention, en complément de l'échographie transthoracique et transœsophagienne si douteuses et/ou insuffisantes ;

– dans la réévaluation (< 1 an) de la taille et de la morphologie des sinus et de l'aorte ascendante, chez les patients avec bicuspidie valvulaire aortique et un diamètre de l'aorte ascendante > 4 cm avec un des critères suivants : diamètre aortique > 4,5 cm, augmentation rapide du diamètre aortique, antécédent familial de dissection aortique (parent du premier degré) ;

– dans l'évaluation avant TAVI, le scanner s'est imposé pour l'évaluation précise des éléments suivants : taille et forme de l'anneau aortique, nombre de cusps et degré/localisation des calcifications, distance anneau-ostia coronaires, anatomie valvulaire et du culot aortique, diamètres

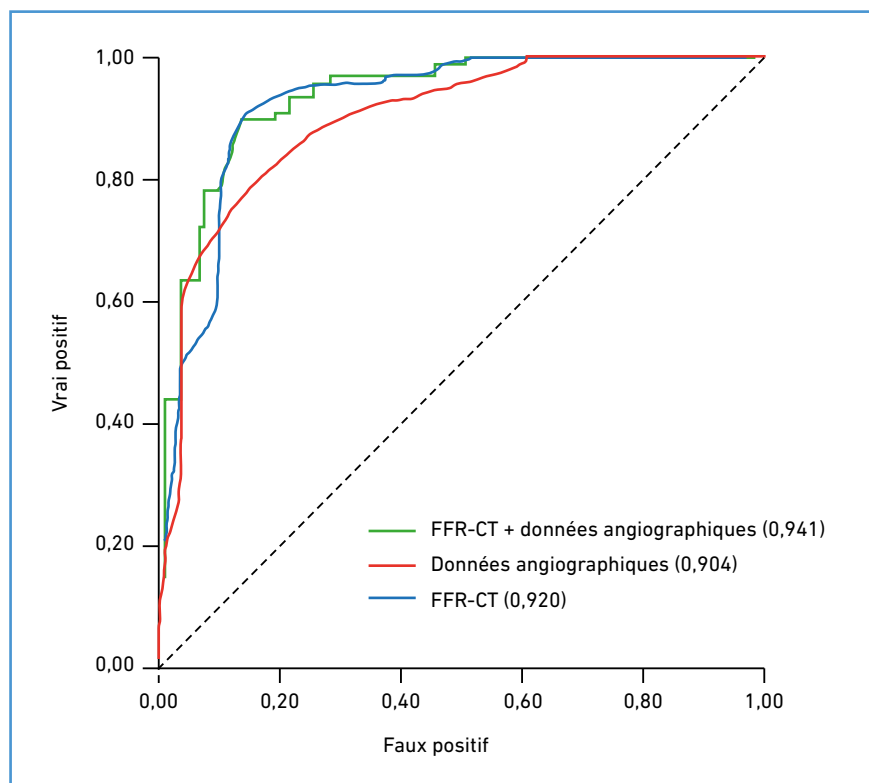


Fig. 5 : Courbes ROC montrant la supériorité de l'association angiographie coronaire non invasive et FFR-CT pour prédire la revascularisation coronaire.

aortiques, athérome aortique, artères ilio-fémorales pour les voies d'abord.

Le scanner permet l'évaluation de thromboses prothétiques infracliniques au niveau de bioprothèses aortiques implantées de manière chirurgicale ou par

transcathéter [14]. Ces thromboses infracliniques se manifestent par une réduction de la cinétique des cusps et la présence correspondante de lésions hypointenses.

Ainsi, parmi 890 patients issus des registres RESOLVE et SAVORY ayant

bénéficié d'un scanner, 106 présentent des thromboses prothétiques infracliniques (12 % des prothèses chirurgicales et transcathéter), incluant 5/138 (4 %) sur une valve chirurgicale vs 101/752 (13 %) sur valve transcathéter ($p = 0,001$) (scanner réalisé à une médiane de 83 jours après le remplacement valvulaire). Ces thromboses sont moins fréquentes chez les patients traités par anticoagulants (4 %) vs ceux traités par deux antiagrégants plaquettaires (15 %). Les AOD sont aussi efficaces que les AVK pour réduire le nombre de ces thromboses infracliniques. Lors du suivi, ces thromboses ont disparu chez 36/36 (100 %) patients traités par AOD ou AVK (**fig. 6**). Les patients ayant ces thromboses valvulaires ont des gradients transprothétiques plus élevés. Le taux d'AVC constitué est identique dans le groupe thrombose vs absence de thrombose, mais les patients avec une thrombose font plus d'AIT.

3. Méthode de référence avant la fermeture percutanée de l'auricule gauche

L'utilité du scanner en 2017 est confirmée avant la fermeture percutanée de l'auricule gauche, en particulier pour le choix de la taille du dispositif qui semble être plus précis à l'aide du scanner, avec un taux de succès d'implantation plus élevé (98 % pour le Watchman) [15]. En outre, la morphologie de l'auricule étudiée en scanner permet d'identifier des configurations plus complexe à traiter (**fig. 7**).

4. Le scanner dans la prise en charge de la maladie coronaire

De nombreuses études se sont concentrées sur le rôle du scanner dans la prise en charge de la maladie coronaire. Nous avons choisi de sélectionner deux études montrant la valeur pronostique du scanner coronaire chez le diabétique de type 2 [16, 17]. Ces études ont inclus un total de près de 2 500 patients et aboutissent aux mêmes conclusions : les patients

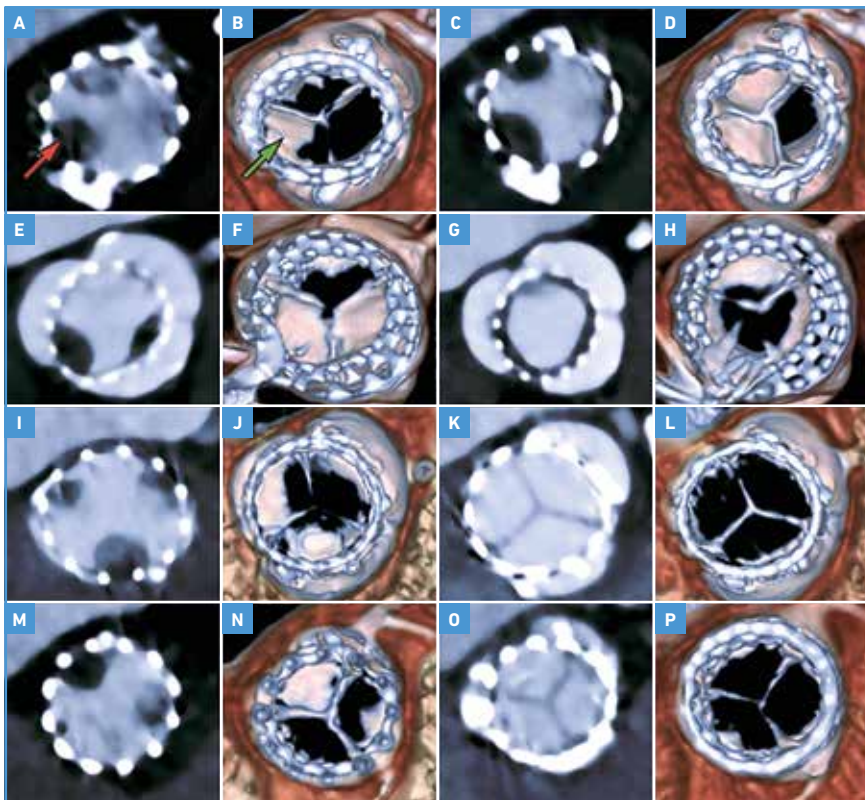


Fig. 6 : Effet de la DAPT vs anticoagulation sur la réduction du mouvement des feuillets valvulaires (A-D). Restauration du mouvement des feuillets avec 3 mois d'anticoagulation avec (E-H) warfarine, (I-L) rivaroxaban et (M-P) apixaban. La **flèche rouge** indique l'hypodensité et la **flèche verte** représente le mouvement réduit des feuillets valvulaires. DAPT : Dual antiplatelet therapy.

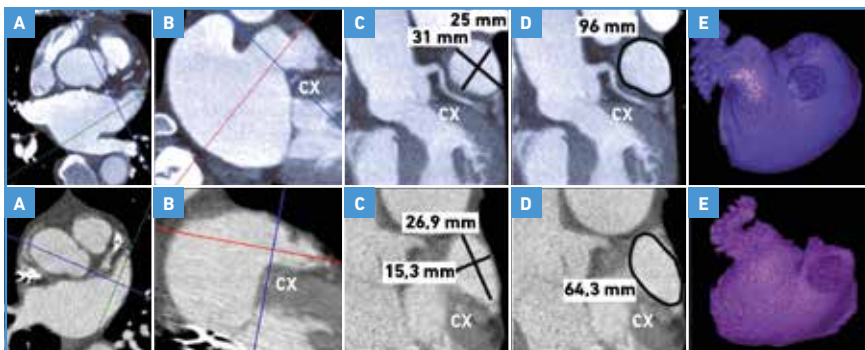


Fig. 7 : Scanner indiquant les mesures utiles et reconstruction 3D de l'auricule gauche avant fermeture percutanée par la prothèse Watchman.

L'année cardiologique

diabétiques qui ont un scanner coronaire normal ou des lésions coronaires non obstructives ont un excellent pronostic à plus de 5 ans, tandis que le pronostic est significativement moins bon en cas de lésion coronaire obstructive (taux de survie à 6 ans sans événement clinique : 99,3 %, 96,7 % et 86,2 % respectivement ($p < 0,01$) [16].

En cas d'absence de lésion coronaire au scanner, les diabétiques n'ont pas de risque de mortalité supérieur à 5 ans, comparativement aux sujets appariés non diabétiques [17]. Les patients diabétiques ayant des lésions coronaires non obstructives ont un risque de décès accru par rapport aux non diabétiques appariés ($RR \times 2,1$). Le risque de mortalité est alors supérieur à celui des non diabétiques ayant des lésions coronaires obstructives. Chez le diabétique, la présence de lésions coronaires non obstructives et obstructives confèrent un surrisque de mortalité toutes causes [17].

BIBLIOGRAPHIE

1. HALLIDAY BP, GULATI A, ALI A *et al.* Association between midwall late gadolinium enhancement and sudden cardiac death in patients with dilated cardiomyopathy and mild and moderate left ventricular systolic dysfunction. *Circulation*, 2017;135:2106-2115.
2. SCHELBERT EB, FRIDMAN Y, WONG TC *et al.* Temporal relation between myocardial fibrosis and heart failure with preserved ejection fraction: association with baseline disease severity and subsequent outcome. *JAMA Cardiol*, 2017;2:995-1006.
3. MCCARTHY RE, BOEHMER JP, HRUBAN RH *et al.* Long-term outcome of fulminant myocarditis as compared with acute (nonfulminant) myocarditis. *N Engl J Med*, 2000;342:690-695.
4. AMMIRATI E, CIPRIANI M, LILLIU M *et al.* Survival and left ventricular function changes in fulminant versus non-fulminant acute myocarditis. *Circulation*, 2017;136:529-545.
5. MERGHANI A, MARGARI A, MAESTRINI V *et al.* Prevalence of subclinical coronary artery disease in masters endurance athletes with a low atherosclerotic risk profile. *Circulation*, 2017;136:126-137.
6. BARITUSSIO A, ZORZI A, GOSH DASTIDAR A *et al.* Out of hospital cardiac arrest survivors with inconclusive coronary angiogram: Impact of cardiovascular magnetic resonance on clinical management and decision-making. *Resuscitation*, 2017;116:91-97.
7. RIBEIRO HB, ORWAT S, HAYEK SS *et al.* Cardiovascular magnetic resonance to evaluate aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol*, 2016;68:577-85.
8. BULLUCK H, HAMMOND-HALEY M, FONTANA M *et al.* Quantification of both the area-at-risk and acute myocardial infarct size in ST-segment elevation myocardial infarction using T1-mapping. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2017;19:57.
9. GARG P, BROADBENT DA, SWOBODA PP *et al.* Acute infarct extracellular volume mapping to quantify myocardial area at risk and chronic infarct size on cardiovascular magnetic resonance imaging. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2017;10. pii: e006182. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.117.006182.
10. BIESBROEK PS, AMIER RP, TEURISSEN PFA *et al.* Changes in remote myocardial tissue after acute myocardial infarction and its relation to cardiac remodeling: A CMR T1 mapping study. *PLoS One*, 2017;12:e0180115. doi: 10.1371/journal.pone.0180115. eCollection 2017.
11. PACKARD RR, LI D, BUDOFF MJ *et al.* Fractional flow reserve by computerized tomography and subsequent coronary revascularization. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017;18:145-152.
12. LU MT, FERENCIK M, ROBERTS RS *et al.* Noninvasive FFR derived from coronary ct angiography: management and outcomes in the PROMISE Trial. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2017. pii: S1936-878X(17)30262-0. doi: 10.1016/j.jcmg.2016.11.024. [Epub ahead of print]
13. DOHERTY JU, KORT S, MEHRAN R *et al.* ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 Appropriate Use Criteria for Multimodality Imaging in Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol*, 2017;70:1647-1672.
14. CHAKRAVARTY T, SØNDERGAARD L, FRIEDMAN J *et al.* Subclinical leaflet thrombosis in surgical and transcatheter bioprosthetic aortic valves: an observational study. *The Lancet*, 2017;389:2383-2392.
15. GOTTEIN O, FINK N, HAY I *et al.* Cardiac CT Angiography (CCTA) predicts left atrial appendage occluder device size and procedure outcome. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017;33:739-747.
16. KANG SH, PARK GM, LEE SW *et al.* Long-Term Prognostic Value of Coronary CT Angiography in Asymptomatic Type 2 Diabetes Mellitus. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2016;9:1292-1300.
17. BLANKE P, NAOUM C, AHMADI A *et al.* Long-term prognostic utility of coronary ct angiography in stable patients with diabetes mellitus. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2016;9:1280-1288.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.