

LE DOSSIER

Comment évaluer une sténose coronaire en 2015?

Évaluation d'une sténose coronaire par scintigraphie

RÉSUMÉ : Depuis plus de 40 ans, la scintigraphie myocardique de perfusion n'a cessé d'évoluer et de faire ses preuves. Elle permet d'observer la distribution d'un traceur au sein du myocarde du ventricule gauche dans les conditions d'effort et de repos. Les performances diagnostiques dans la maladie coronaire sont excellentes, et sa valeur pronostique sur la survenue d'événements cardiovasculaires participe grandement à la prise en charge du patient.

Après l'utilisation des traceurs technétiés et l'acquisition tomographique synchronisée à l'ECG, la scintigraphie myocardique de perfusion connaît un nouvel essor avec la mise sur le marché du régadénoson, un nouveau vasodilatateur palliant aux contre-indications et aux inconvénients de ces prédécesseurs, mais surtout avec l'arrivée des caméras CZT, plus sensibles, permettant de réduire la dosimétrie patient et le temps d'acquisition de l'examen.



→ **D. BELLEVRE¹, D. AGOSTINI^{1, 2}, A. MANRIQUE^{1, 2, 3}**

Service de Médecine Nucléaire, CHU, CAEN.
Université de CAEN Basse-Normandie, EA4650, CAEN.
Plateforme d'imagerie biomédicale, GIP Cyceron, CAEN.

La scintigraphie cardiaque est née du besoin d'une procédure non invasive d'évaluation de l'ischémie myocardique. Les premiers traceurs de perfusion myocardique utilisant des isotopes du potassium ont été évalués chez l'animal, entre 1956 et 1960, par Léo Sapirstein. En 1973, le potassium 43 a été testé avec succès dans l'étude de l'infarctus chez l'homme [1], suivi en 1975 par l'utilisation du thallium 201 par Frans Wackers [2].

Depuis, les progrès ont été constants, avec tout d'abord l'apparition de la tomographie, puis de la synchronisation à l'ECG qui permet l'évaluation conjointe de la perfusion et de la fonction ventriculaire gauche. Tout récemment, grâce aux avancées réalisées sur le plan technologique avec l'utilisation de caméra à semi-conducteur (CZT) et, sur le plan pharmacologique, avec l'arrivée récente sur le marché d'un nouveau vasodilatateur destiné aux épreuves de stress (régadénoson), la scintigraphie myocardique reste un moyen d'investigation de premier plan.

Le principe de l'examen

Le principe de la tomoscintigraphie de perfusion myocardique consiste à observer la distribution d'un traceur au sein du myocarde du ventricule gauche dans les conditions de stress et de repos. 60 à 80 % du traceur de perfusion vont être captés au premier passage par les cellules myocardiques, proportionnellement au flux sanguin coronaire régional et à l'intégrité des cardiomyocyte.

Les traceurs technétiés (^{99m}Tc-sestamibi et ^{99m}Tc-tétrofosmine) ont dorénavant remplacé, dans la plupart des centres, l'utilisation du thallium (²⁰¹Tl). Le sestamibi et la tétréfossimine sont des cations lipophiles diffusant passivement à travers la membrane cellulaire. Le ^{99m}Tc est un émetteur gamma pur de 140 keV, de courte demi-vie (6 heures), bien plus favorable sur le plan dosimétrique que le ²⁰¹Tl. La dose moyenne d'un examen au ^{99m}Tc est deux à trois fois inférieure à celle d'un examen au ²⁰¹Tl [3].

L'examen, qui vise à mettre en évidence des hétérogénéités de la réserve de flux coronaire, se compose d'une imagerie post-stress, suivie d'une imagerie de repos, réalisée en règle général le même jour. L'imagerie post-stress nécessite une injection du traceur durant l'augmentation du débit coronaire, obtenue dans l'idéal par une épreuve d'effort maximale. Lorsqu'on ne peut envisager une épreuve maximale, on privilégiera autant que possible la réalisation d'une épreuve mixte, en associant un vasodilatateur (dipyridamole, adénosine, ou régadénoson) à l'effort, ce qui permet d'améliorer très significativement les performances diagnostiques de la scintigraphie en comparaison à l'épreuve pharmacologique seule [4].

L'acquisition est réalisée sur une gamma-caméra, en mode tomographique (3D) et synchronisée à l'ECG, pour permettre l'évaluation de la cinétique segmentaire et globale du VG ainsi que le calcul de la FEVG et des volumes télédiastolique et télésystolique.

Les performances diagnostiques et pronostiques de la scintigraphie myocardique

Les performances diagnostiques de la scintigraphie myocardique de perfusion dans la maladie coronaire ont été largement étudiées. Plusieurs méta-analyses ont confirmé une sensibilité de 85 % pour le diagnostic de la maladie coronaire [5, 6]. L'utilisation de traceurs technétiés, associés à l'évaluation conjointe de la cinétique segmentaire, permet d'augmenter la spécificité de l'examen. Une méta-analyse récente, n'incluant que les études portant sur la scintigraphie myocardique et comprenant la synchronisation à l'ECG (1 755 patients), a confirmé une forte sensibilité de 85 % et retrouvé une spécificité élevée de 85 % [6].

La valeur pronostique de la scintigraphie de perfusion myocardique est un

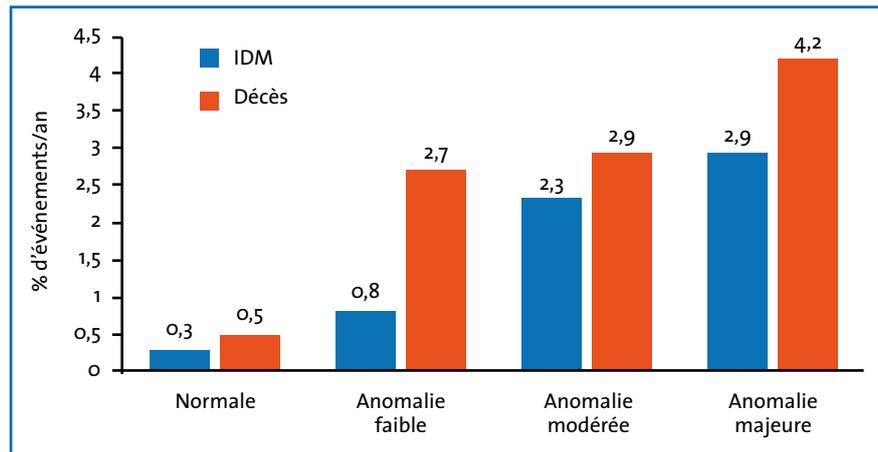


FIG. 1: Risque d'IDM et de décès d'origine cardiaque en fonction des résultats de la scintigraphie (Hachamovitch *et al.*, *Circulation*, 1998).

atout essentiel dans la prise en charge des patients, et repose sur une excellente valeur prédictive négative. Lorsque la scintigraphie est normale, le taux de mortalité et de survenue d'infarctus est inférieur à 1 %/an [7] (*fig. 1*). L'étendue des anomalies de perfusion est également un facteur pronostique reconnu [7], qui est affiné par la prise en compte de l'évaluation conjointe de la FEVG et du volume télésystolique. Les patients présentant une FEVG < 45 % ou un volume télésystolique > 70 mL sont à haut risque cardiovasculaire, quelle que soit l'étendue des anomalies de perfusions [8].

L'une des notions également importante est que, lorsque le maintien des bêtabloquants est nécessaire durant la réalisation de l'examen, les performances diagnostiques et pronostiques de la scintigraphie myocardique ne sont pas altérées dès lors que le test de stress inclut l'utilisation d'un vasodilatateur [9]. Chez les patients coronariens traités au long cours par les bêtabloquants, c'est la présence d'une ischémie sous traitement qui se révèle être un facteur de mauvais pronostic, alors qu'une scintigraphie normale signe un pronostic favorable, identique à la population générale [10].

Les progrès récents en scintigraphie myocardique

Ces dernières années, la cardiologie nucléaire a connu des avancées majeures en matière d'imagerie de perfusion myocardique, avec l'arrivée sur le marché, d'une part, de nouvelles caméras à semi-conducteur CZT (cadmium, zinc telluride) et, d'autre part, d'un nouvel agent de stress. Ces caméras dédiées à la cardiologie sont six à huit fois plus sensibles et possèdent une meilleure résolution spatiale que les caméras conventionnelles [11]. Les conséquences directes sont la réduction de l'activité injectée et du temps d'acquisition, avec une meilleure qualité d'image pour des performances diagnostiques équivalentes [12, 13]. Les examens scintigraphiques de stress et de repos ne durent plus que quelques minutes (de 2 à 8 minutes selon l'activité injectée), ce qui participe également, avec l'ergonomie accrue de ces nouvelles caméras, au confort des patients. La *figure 2* illustre un exemple d'examen réalisé sur une caméra CZT mettant en évidence une ischémie antérieure.

La réalisation de la scintigraphie de stress à visée diagnostique impose un effort maximal qu'il est toutefois impossible d'obtenir chez près de 40 % des patients

LE DOSSIER

Comment évaluer une sténose coronaire en 2015?

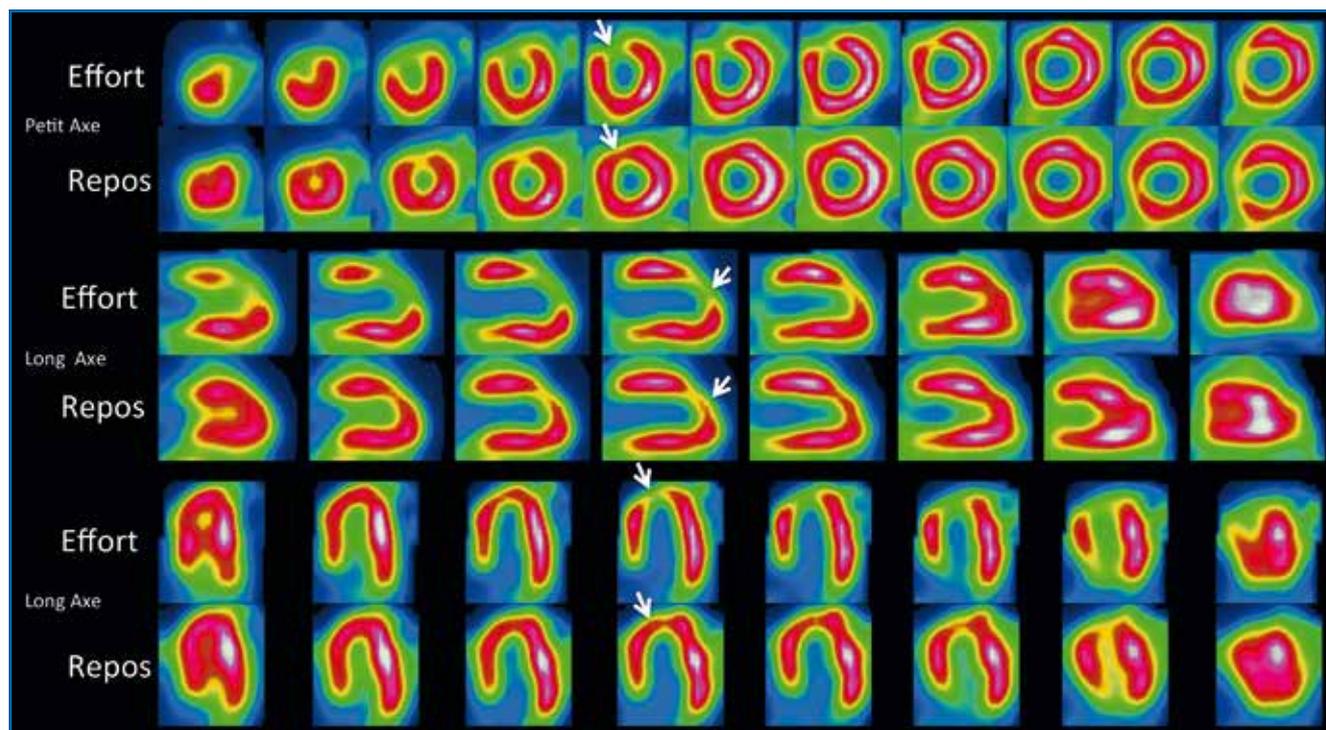


FIG. 2.

adressés dans les services de médecine nucléaire. Dans ces conditions, l'alternative est de recourir à un stress pharmacologique par vasodilatateurs, en l'associant autant que possible à une épreuve d'effort sous-maximale (test mixte). En France, le dipyridamole est de loin le plus couramment utilisé. Cependant, tout comme l'adénosine, il est contre-indiqué en cas d'asthme ou de bronchopathie chronique obstructive sévère.

Depuis septembre 2013, est commercialisé un nouveau vasodilatateur, le régadénoson (Rapiscan) [14]. Cet agoniste sélectif des récepteurs purinergiques A2A a l'avantage, d'une part, d'avoir un effet maximal 30 secondes après l'injection et, d'autre part, de ne pas être contre-indiqué en cas d'asthme ou de BPCO, la tolérance étant bonne dans ces situations [15, 16]. La durée de l'épreuve de stress est considérablement réduite : l'injection se fait en un bolus de 10 à 20 secondes, et l'injection du traceur s'effectue 10 secondes seulement après

le régadénoson. Sa demi-vie courte lui confère une très bonne tolérance.

La réalité dosimétrique

La poursuite de la réduction de dose est un des enjeux de l'imagerie médicale. L'utilisation de traceurs technétiés a déjà permis de réduire de 2 à 3 fois la dose reçue par le patient. En 2014, l'utilisation des nouvelles caméras CZT, plus sensibles, permet de réduire la dose effective d'un examen d'effort et de repos à moins de 6 mSv [17], et donc la dose d'un examen d'effort seul à moins de 2 mSv, équivalente à l'irradiation naturelle annuelle en France.

La réalité dosimétrique de la scintigraphie myocardique dans les services de médecine nucléaire français a été étudiée lors d'une enquête effectuée par le groupe de travail de cardiologie nucléaire des Sociétés françaises de Cardiologie et de Médecine nucléaire. Les résultats ont été

présentés en 2013 au Congrès européen de Médecine nucléaire et confirment qu'en pratique courante il existe une réduction de dose de 30 % liée à l'utilisation des caméras CZT.

Bibliographie

1. ZARET BL, STRAUSS HW, MARTIN ND *et al.* Noninvasive regional myocardial perfusion with radioactive potassium. Study of patients at rest, with exercise and during angina pectoris. *N Engl J Med*, 1973;288:809-812.
2. WACKERS FJ, SCHOOT JB, SOKOLE EB *et al.* Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with thallium-201. *Br Heart J*, 1975;37:741-744.
3. HESSE B, TÄGIL K, CUOCOLO A *et al.* EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2005;32: 855-897.
4. CANDELL-RIERA J, SANTANA-BOADO C, CASTELL-CONESA J *et al.* Simultaneous dipyridamole/maximal subjective exercise with ^{99m}Tc-MIBI SPECT: improved diagnostic yield in coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*, 1997;29:531-536.
5. DE JONG MC, GENDERS TSS, VAN GEUNS RJ *et al.* Diagnostic performance of stress

- myocardial perfusion imaging for coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol*, 2012; 22: 1881-1895.
6. MC ARDLE BA, DOWSLEY TF, DE KEMP RA *et al*. Does rubidium-82 PET have superior accuracy to SPECT perfusion imaging for the diagnosis of obstructive coronary disease? A systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*, 2012;60: 1828-1837.
 7. HACHAMOVITCH R, BERMAN DS, SHAW LJ *et al*. Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. *Circulation*, 1998;97:535-543.
 8. SHARIR T, GERMANO G, KAVANAGH PB *et al*. Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation*, 1999;100:1035-1042.
 9. YOON AJ, MELDUNI RM, DUNCAN S-A *et al*. The effect of beta-blockers on the diagnostic accuracy of vasodilator pharmacologic SPECT myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*, 2009;16:358-367.
 10. MARIE PY, MERCENNIER C, DANGHIN N *et al*. Residual exercise SPECT ischemia on treatment is a main determinant of outcome in patients with coronary artery disease treated medically at long-term with beta-blockers. *J Nucl Cardiol*, 2003; 10:361-368.
 11. IMBERT L, POUSSIER S, FRANKEN PR *et al*. Compared performance of high-sensitivity cameras dedicated to myocardial perfusion SPECT: a comprehensive analysis of phantom and human images. *J Nucl Med*, 2012;53:1897-1903.
 12. DUVALL WL, CROFT LB, GINSBERG ES *et al*. Reduced isotope dose and imaging time with a high-efficiency CZT SPECT camera. *J Nucl Cardiol*, 2011;18:847-857.
 13. HERZOG BA, BUECHEL RR, KATZ R *et al*. Nuclear myocardial perfusion imaging with a cadmium-zinc-telluride detector technique: optimized protocol for scan time reduction. *J Nucl Med*, 2010;51:46-51.
 14. ISKANDRIAN AE, BATEMAN TM, BELARDINELLI L *et al*. Adenosine versus regadenoson comparative evaluation in myocardial perfusion imaging: results of the ADVANCE phase 3 multicenter international trial. *J Nucl Cardiol*, 2007;14:645-658.
 15. LEAKER BR, O'CONNOR B, HANSEL TT *et al*. Safety of regadenoson, an adenosine A2A receptor agonist for myocardial perfusion imaging, in mild asthma and moderate asthma patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Nucl Cardiol*, 2008;15:329-336.
 16. THOMAS GS, TAMMELIN BR, SCHIFFMAN GL *et al*. Safety of regadenoson, a selective adenosine A2A agonist, in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial (RegCOPD trial). *J Nucl Cardiol*, 2008;15:319-328.
 17. ODDSTIG J, HEDEER F, JÖGI J *et al*. Reduced administered activity, reduced acquisition time, and preserved image quality for the new CZT camera. *J Nucl Cardiol*, 2013;20:38-44.

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

Depuis 2004,
notre connaissance
approfondie
des dyslipidémies
nous a poussés
à voir les choses
en grand...



14/01/60371679/PM011 - CARD-1104596-0000 - Mars 2014