

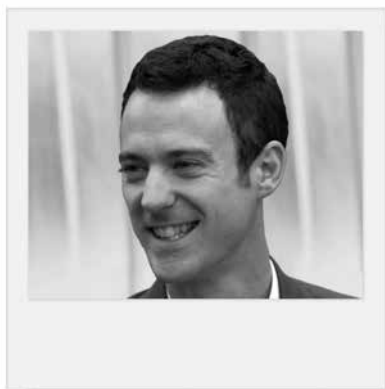
LE DOSSIER

Comment évaluer une sténose coronaire en 2015?

Évaluation d'une sténose coronaire par échographie de stress

RÉSUMÉ : L'évaluation d'une sténose coronaire en échographie repose sur l'évaluation du retentissement de cette sténose sur la qualité de fonctionnement du muscle cardiaque en situation de stress: la recherche de l'ischémie myocardique.

L'échographie de stress se décompose en échographie d'effort et en échographie de stress pharmacologique (dobutamine...). Ces techniques permettent, avec une bonne sensibilité et spécificité, la détection d'une sténose coronaire par la mise en évidence d'anomalie de la contractilité segmentaire du myocarde en rapport avec l'ischémie myocardique.



→ B. KURTZ

Cardiologue, Clinique Saint-Hilaire, ROUEN.

De nombreuses techniques sont à notre disposition afin de dépister ou d'évaluer une sténose coronaire de manière non invasive. On distingue les techniques purement anatomiques, telles que le scanner coronaire, des techniques permettant une évaluation de la perfusion régionale du myocarde telles que la scintigraphie, ou encore de la fonction contractile régionale, telles que l'échographie cardiaque. En échographie, c'est le retentissement de la sténose sur la qualité de fonctionnement du muscle cardiaque qui est visualisé: la recherche de l'ischémie myocardique.

Les dernières recommandations de l'*European Society of Cardiology* rappellent la faible sensibilité du test le plus courant: l'épreuve d'effort traditionnelle (sensibilité 50 % et spécificité 85 %) [1, 2]. Cela s'explique par la série de phénomènes physiopathologiques aboutissant à l'ischémie: la "cascade ischémique". Les anomalies de la contractilité du muscle cardiaque surviennent en amont des anomalies visibles sur l'électrocardiogramme de surface et avant l'apparition de la douleur thoracique.

Dans cette quête de l'ischémie myocardique, trois méthodes s'affrontent: l'échocardiographie de stress, la scintigraphie myocardique et l'imagerie par résonance magnétique. Les sensibilités et spécificités de chaque technique d'imagerie, avec différentes méthodes de stress (physique et/ou pharmacologique), sont très proches [3]. Les arguments pour l'utilisation de telle ou telle technique vont être la typologie du patient, l'accessibilité à la technique et, parfois, la confiance en l'opérateur. En effet, la performance de l'échographie de stress comme toute technique échographique est très dépendante de l'expérience de l'opérateur.

Échographie de stress

1. Indications de l'échographie de stress

Les principales indications de l'échographie de stress sont les patients avec des anomalies sur l'ECG de repos, rendant impossible leur interprétation au cours du stress tel que le bloc de branche gauche; les patients pour lesquels l'épreuve d'effort est non contri-

LE DOSSIER

Comment évaluer une sténose coronaire en 2015?

butive (sous-maximale, sous-décalage douteux du segment ST) et les patients ayant un risque intermédiaire de maladie coronaire...

2. Principes de l'échographie de stress

Avant de parler de la recherche de l'ischémie myocardique, il est important de rappeler que l'évaluation d'une sténose coronaire doit passer par la réalisation d'une échographie cardiaque de repos qui peut permettre la découverte d'anomalie de la cinétique segmentaire de repos et des modifications de la paroi myocardique. La zone cicatricielle d'un infarctus ancien se traduit par une paroi amincie et acontractile. À l'extrême, un anévrysme du ventricule gauche est souvent la conséquence d'un infarctus transmural ancien.

La recherche d'une sténose coronaire en échographie passe par la recherche de l'ischémie myocardique qui résulte de l'inadéquation entre le débit sanguin coronaire et les besoins métaboliques du myocarde en situation de "stress". Dans cette situation de déséquilibre, apparaissent des anomalies de fonction contractile du myocarde correspondant à des anomalies de la cinétique segmentaire. On distingue la cinétique normale (épaississement myocardique), de l'akinésie (absence d'épaississement), de l'hypokinésie (diminution de l'épaississement) et de la dyskésie (épaississement aberrant). Un segment myocardique dont la cinétique se dégrade au cours du stress est dit ischémique. Ces anomalies de cinétique segmentaire permettent de préciser la localisation d'artère sténosée contrairement à l'épreuve d'effort simple qui n'a pas de valeur localisatrice. Un segment qui ne se contracte ni au repos ni au cours du stress correspond à une zone d'infarctus cicatriciel. La viabilité d'un segment peut être mise en évidence au cours d'un stress sous-maximal (essentiellement sous faible dose de dobutamine). On assiste alors à une

amélioration de la cinétique segmentaire initialement anormale.

3. Conditions d'examen

Quel que soit le type d'échographie de stress, celle-ci est toujours réalisée avec un enregistrement continu de l'ECG, renseignant au même titre que l'épreuve d'effort traditionnelle sur les anomalies de rythme et de modification du segment ST. La tension artérielle est également mesurée lors des différentes phases de l'examen. Les examens seront toujours réalisés en collaboration étroite avec l'infirmière formée à ces techniques. L'environnement de l'échographie de stress devra comporter le matériel nécessaire à une réanimation cardiopulmonaire (défibrillateur, amines, oxygène, masque pour ventilation...).

4. Les échographies de stress

En échographie cardiaque, on distingue deux types de stress : l'effort physique du patient (échographie d'effort) qui reproduit les conditions physiologiques dans lesquelles la perfusion coronaire devient insuffisante à maintenir une contractilité myocardique normale et le stress pharmacologique (dobutamine, dipyridamole). Le stress pharmacologique sous dobutamine permet, par ses propriétés inotrope et chronotrope positives, d'augmenter la contractilité et la fréquence cardiaque du patient afin d'augmenter les besoins en oxygène du myocarde.

À l'inverse, l'utilisation d'un vasodilatateur coronaire, tel que le dipyridamole aura pour effet d'améliorer la perfusion des zones normalement vascularisées en augmentant le débit coronarien. Cela entraîne une redistribution régionale du débit sanguin coronaire, vraisemblablement par un phénomène de "vol" coronarien, diminuant ainsi le débit coronaire au niveau des zones de sténoses coronaires. Il peut en résulter des anomalies de la contractilité régionale du myocarde chez des patients atteints de coronaropathie.

5. Pour un examen de qualité

À la fois l'expérience de l'opérateur et l'échogénicité du patient sont des éléments primordiaux de la qualité de l'examen. Comme toute technique, il existe une courbe d'apprentissage pour l'échographie de stress, mais un échographiste expérimenté doit pouvoir remettre en question ce qu'il croit observer. Il n'est par rare de demander un *second look* lorsqu'il persiste une incertitude sur l'analyse de la cinétique segmentaire.

L'échogénicité du patient est certainement un frein à la technique d'échographie. Les patients obèses, emphysémateux ou incapables de maintenir un décubitus latéral ne sont pas de bons candidats pour ces techniques d'échographie. La réalisation d'une échographie de repos permettra de répondre à la question : "*mon patient est-il suffisamment échogène pour obtenir une bonne performance diagnostique ?*".

Par ailleurs, l'utilisation de produit de contraste échographique (SonoVue) permet d'améliorer la qualité de l'imagerie et donc la performance diagnostique. Ces produits de contraste sont constitués de microbulles de la taille des éléments figurés du sang ; après injection par voie intraveineuse et passage de la barrière capillaire pulmonaire, ils opacifient la cavité ventriculaire gauche et ainsi améliorent la visualisation de l'endocarde.

6. Échographie d'effort

L'échographie de stress dite "d'effort" a une sensibilité de 80 à 85 % et une spécificité de 80 à 88 % pour la détection d'une sténose coronaire [3]. Elle est pratiquée sur une table d'effort ou table cycloergométrique permettant au patient de pédaler, le plus souvent à une vitesse constante (60 à 70 tours/min), alors que le niveau de difficulté s'accroît. Le patient pédale en position semi-assise avec, sur certains modèles, la possibilité d'une légère inclinaison

latérale permettant d'obtenir une meilleure qualité d'imagerie. Différents protocoles existent mais, le plus souvent, il s'agit d'un modèle en "rampe" avec augmentation continue de la charge appliquée au patient.

L'objectif n'est pas d'obtenir l'épuisement physique du patient lors d'un examen trop long mais d'obtenir des fréquences cardiaques élevées au prix d'un effort acceptable. Le minimum de 85 % de la fréquence maximale théorique, communément admis pour l'épreuve d'effort traditionnelle, s'applique également à l'échographie de stress. L'arrêt de l'examen est également imposé lorsqu'apparaît une ischémie de plus de deux segments, un sous-décalage significatif du segment ST, une douleur thoracique ou les critères classiques de l'épreuve d'effort [4].

7. Echographie sous perfusion de dobutamine

L'échographie de stress pharmacologique est le plus souvent réalisée sous

dobutamine. La sensibilité de l'échographie sous dobutamine pour la détection de la maladie coronaire est de 79 à 83 % et la spécificité de 82 à 86 % [3]. L'infusion de dobutamine se fait de manière continue à l'aide d'une seringue électrique par paliers de 2 à 3 minutes. L'augmentation du chronotropisme cardiaque sera aidé par des injections en bolus d'atropine, dès les faibles doses afin d'éviter la saturation des récepteurs β .

La recherche de l'ischémie myocardique nécessite des paliers de 10/20/30/40 $\mu\text{g/kg/min}$. Alors qu'on utilisera des doses plus faibles de dobutamine lors de la recherche d'une viabilité myocardique en évitant la tachycardie du patient.

En fin d'examen, après arrêt de la perfusion de dobutamine, le retour à la fréquence cardiaque de repos est obtenu par injection de bêtabloquant ou d'inhibiteur calcique bradycardisant. La surveillance ECG est poursuivie pendant quelques minutes avant de déperfusion le patient.

8. Technique d'imagerie et méthode d'analyse

Quel que soit le type de stress choisi pour le patient, la technique d'imagerie reste la même et la méthode d'analyse stéréotypée. L'examen est décomposé en plusieurs temps : acquisition des images de repos, faible stress, pic de stress et récupération. L'utilisation de *quad screen* est indispensable afin d'analyser la cinétique segmentaire en la comparant pour chaque temps de l'examen (**fig. 1**). Il est toujours possible d'ajouter une autre série d'images à ces quatre temps fondamentaux, ce qui permet alors d'analyser plusieurs niveaux de stress ou encore une récupération précoce et tardive. Le ventricule est divisé en 16, ou mieux 17 segments, et chacun de ces segments fait l'objet d'une évaluation de sa cinétique (**fig. 2**). Une présentation en "œil-de-bœuf" permet une comparaison plus facile avec l'anatomie coronaire et les territoires vasculaires.

On retient également 4 à 5 plans de coupe fondamentaux permettant d'analyser

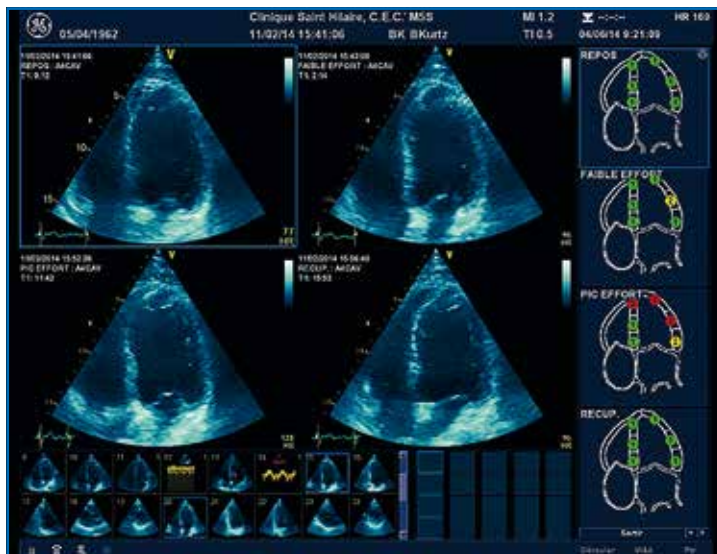


FIG. 1 : Analyse de la cinétique segmentaire en *quad screen*. Coupe apicale quatre cavités au repos, pour un faible effort, au pic de l'effort et en récupération. Chaque segment visible fait l'objet d'une évaluation de sa cinétique : normal (1), hypokinétique (2), akinétique (3). Exemple mettant en évidence une ischémie dans le territoire apicolatéral du ventricule gauche.

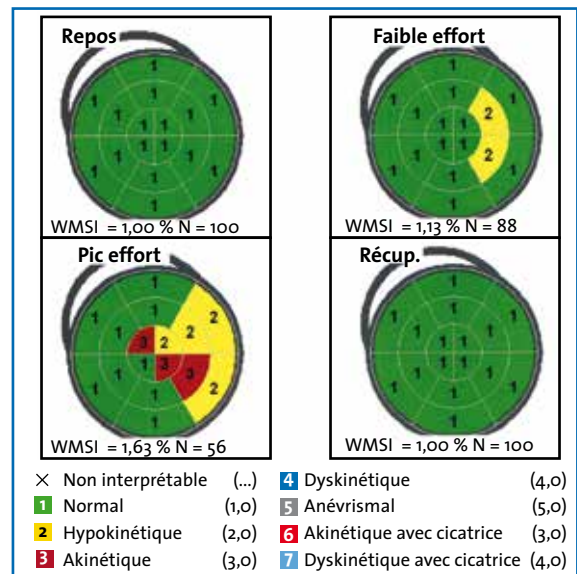


FIG. 2 : Exemple de vue en œil de bœuf de l'analyse de la cinétique segmentaire du ventricule gauche au cours d'une échographie d'effort. Patient présentant une sténose serrée à l'origine de l'artère circonflexe responsable d'une ischémie sévère de la paroi latérale.

LE DOSSIER

Comment évaluer une sténose coronaire en 2015?

l'ensemble des parois myocardiques : les coupes apicales 4, 2 et 3 cavités ainsi que les coupes parasternales gauche grand axe et petit axe passant par les piliers.

Pour chaque vue, un cycle cardiaque est enregistré pour l'analyse finale. Ces différents plans de coupes nécessitent une certaine rapidité d'exécution de la

part de l'opérateur dont l'objectif est d'obtenir des incidences identiques avec la meilleure qualité d'imagerie. L'utilisation de sondes multiplan ont largement facilité l'acquisition des plans de coupes fondamentaux (fig. 3).

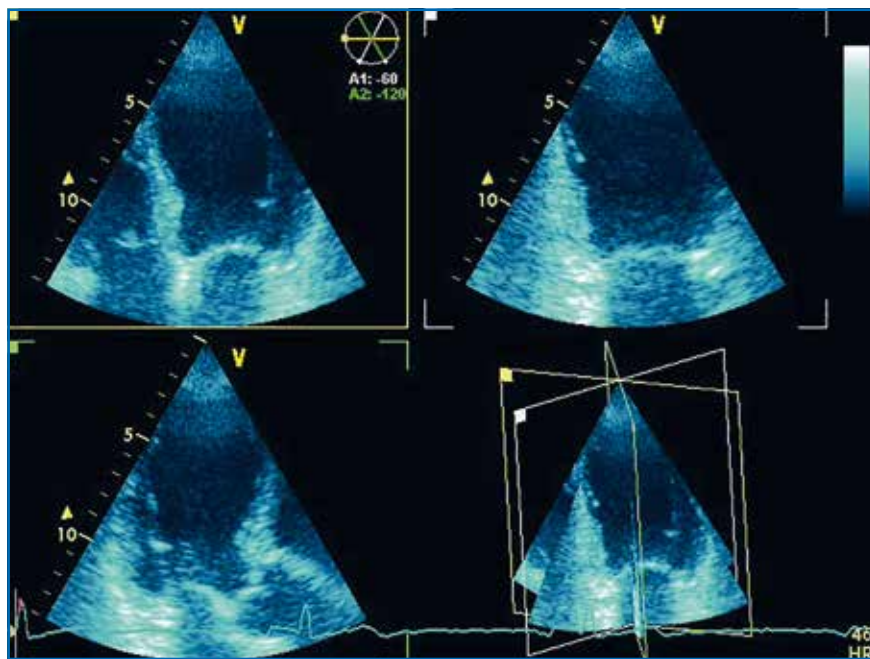


FIG. 3 : Exemple d'acquisition triplan par voie apicale.

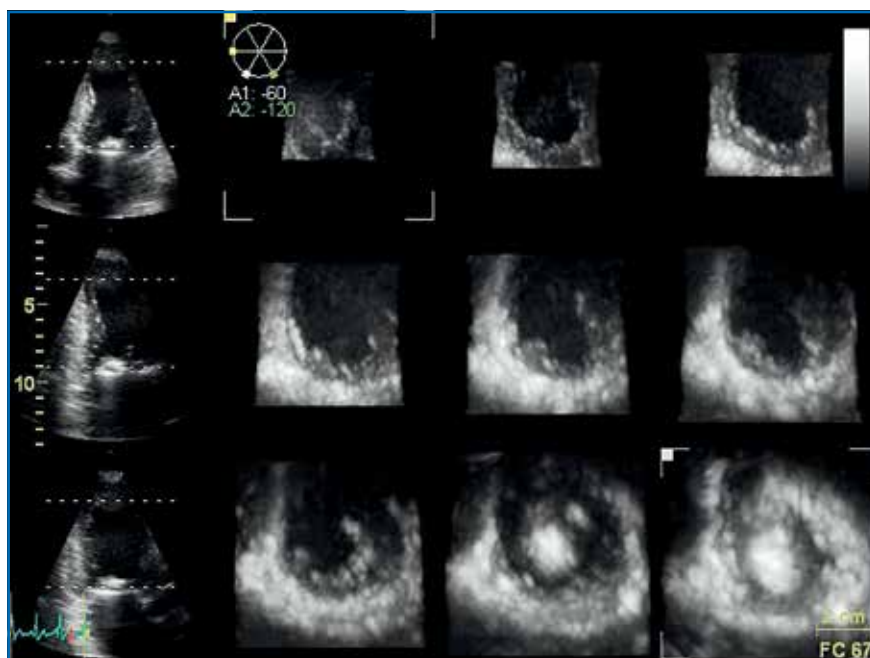


FIG. 4 : Exemple de représentation en multicoupes d'une acquisition 4D volumique du ventricule gauche par voie apicale.

Ces sondes permettent d'obtenir les 5 plans de coupe différents en seulement deux positionnements de la sonde sur le thorax (voie apicale et voie parasternale gauche), et donc seulement deux acquisitions. L'utilisation de la sonde 4D, avec une acquisition de tout le volume ventriculaire, permet l'analyse de la totalité des parois myocardiques lors d'une seule acquisition, à la condition d'obtenir une bonne qualité d'imagerie de l'endocarde et également une bonne cadence image. Les images sont ensuite analysées de manière conventionnelle par plan de coupe ou en utilisant la fonction multicoupes permettant de "sectionner" le ventricule gauche en tranches de la base vers l'apex (fig. 4).

L'œil de l'échographiste est loin d'être un outil parfait dans l'analyse de la cinétique segmentaire (modification de l'épaississement) et donc de la déformation myocardique (fig. 5). Cette analyse est facilitée par l'utilisation de la technique du *speckle tracking* ou 2D *strain*, en particulier en cas d'ischémie chronique [5]. Cette technique permet la quantification régionale de la déformation du myocarde dans ses composantes longitudinale, radiale ou circonférentielle. Elle pourrait être également appliquée dans l'avenir à l'échographie de stress sous réserve d'une échogénicité et d'une cadence image bonne. Une cadence image élevée est fondamentale pour une analyse pertinente, particulièrement lorsque les fréquences cardiaques sont élevées.

Conclusion

Les échographies de stress (pharmacologique ou effort physique) sont des

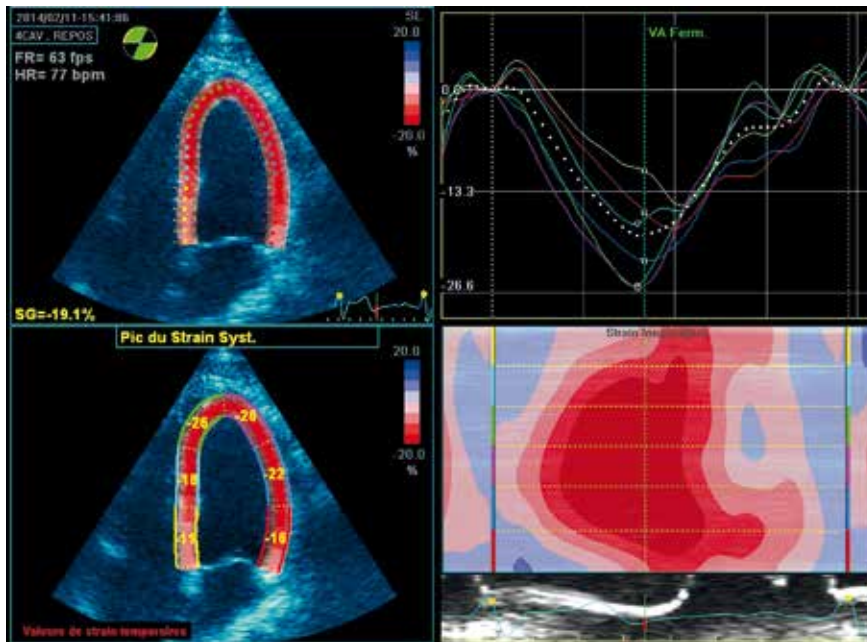


FIG. 5 : Exemple d'analyse de la déformation myocardique longitudinale en 2D strain (speckle tracking) sur une coupe apicale 4 cavités.

techniques reconnues de détection de la maladie coronaire avec une bonne sensibilité et spécificité. Elles permettent une localisation de la zone d'ischémie correspondant à un territoire vasculaire particulièrement importante chez les patients pluritronculaires. La valeur pronostique de l'échographie de stress est bien établie [6]. La réalisation de ces examens est simple dans la limite d'un environnement adapté. Les évolu-

tions technologiques à venir faciliteront encore l'analyse de la fonction régionale, rendant l'échographie de stress encore plus performante.

Bibliographie

1. ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. *European Heart Journal*, 2013;34:2949-3003.
2. GIBBONS RJ, ABRAMS J, CHATTERJEE K *et al.* ACC/AHA 2002 guidelines update for

the management of patients with chronic stable angina: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina). *Circulation*, 2003;107:149-158.

3. HEIJENBROEK-KAL MH, FLEISCHMANN KE, HUNINK MG *et al.* Stress echocardiography, stress single-photon-emission computed tomography and electron beam computed tomography for the assessment of coronary artery disease: a meta-analysis of diagnostic performance. *Am Heart J*, 2007;154:415-423.
4. SICARI R, NIHOYANNOPOULOS P, EVANGELISTA A *et al.* Stress echocardiography expert consensus statement: European Association of Echocardiography (EAE). *Eur J Echocardiogr*, 2008;9:415-437.
5. ROES SD, MOLLEMA SA, LAMB HJ *et al.* Validation of echographic two dimensional speckle tracking longitudinal strain imaging for viability assessment in patients with chronic ischemic left ventricular dysfunction and comparison with contrast enhanced magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol*, 2009;104:312-317.
6. METZ LK, BEATTIE M, HOM R *et al.* The prognostic value of normal exercise myocardial perfusion imaging and exercise echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 2007;49:227-237.

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