

REVUES GÉNÉRALES

Insuffisance coronaire

Place de l'échographie d'effort dans la maladie coronaire

RÉSUMÉ : L'échographie d'effort est née du mariage de l'épreuve d'effort et de l'échographie transthoracique. Son principe est simple : l'ischémie entraîne une dysfonction régionale du myocarde ; cette anomalie de contraction est mise en évidence par l'échocardiographie.

L'échographie d'effort a une sensibilité de 80-85 % et une spécificité de 84-86 % pour la détection de la maladie coronaire, ce qui est nettement supérieur aux valeurs de l'épreuve d'effort simple. Ses valeurs diagnostique et pronostique sont comparables à celles de la scintigraphie myocardique à l'effort. Son utilisation est particulièrement intéressante chez les femmes où l'épreuve d'effort a une faible valeur diagnostique et lorsque l'ECG de repos n'est pas ou difficilement interprétable à l'effort.



→ **A. PASQUET**

Cliniques universitaires Saint-Luc,
Département de Pathologie
cardiovasculaire,
BRUXELLES, Belgique.

L'échographie d'effort consiste à coupler une épreuve d'effort et une échographie transthoracique pour détecter et évaluer la maladie coronarienne. De part sa large disponibilité et son faible coût, l'épreuve d'effort sur cycloergomètre constitue la pierre angulaire du diagnostic de la maladie coronaire. Malheureusement, ses performances diagnostiques sont relativement médiocres puisque sa sensibilité avoisine les 67 % pour une spécificité de 77 % dans une population générale [1]. De plus, la présence de certaines anomalies sur l'ECG de repos (un bloc de branche gauche par exemple) rendent son interprétation difficile, voire impossible.

Le principe

L'échographie est une imagerie de "fonction" par opposition à la scintigraphie qui est une imagerie de "perfusion". Elle va permettre la mise en évidence des anomalies de fonction ou, plus précisément, de contraction régionale. Le principe de l'échographie d'effort est simple. L'ischémie myocardique naît lorsque les

demandes métaboliques du myocarde ne sont pas rencontrées par les apports. Elle entraîne une "cascade" d'événements mieux connue sous le nom de "cascade ischémique". Une hétérogénéité de flux – spécialement entre le subendocarde et le subépicarde – est la première étape de l'ischémie ; elle est suivie par des changements métaboliques puis par une altération de la contraction régionale. Les anomalies électriques surviennent à un stade plus tardif ainsi qu'une dysfonction ventriculaire globale. Finalement, la douleur angineuse se manifeste.

En cas d'ischémie, l'échographie va mettre en évidence une diminution de la contraction dans la zone concernée. Par rapport à l'épreuve d'effort "simple", l'échographie d'effort présente l'avantage de montrer non seulement la présence d'ischémie mais aussi sa localisation et son étendue.

En pratique

Après s'être assuré de l'absence de contre-indications (à savoir celles d'une épreuve d'effort classique : patient

REVUES GÉNÉRALES

Insuffisance coronaire

instable, arythmies non contrôlées, etc.) et de fenêtres échographiques de qualité acceptable [1], un examen échocardiographique complet de base est réalisé. Les électrodes pour le suivi de l'ECG sont mises en place sur les membres et le torse. Elles doivent être parfois légèrement déplacées pour gêner le moins possible les fenêtres échographiques. Un ECG est enregistré au repos. Le tracé ECG est suivi en continu pour l'analyse du segment ST et la recherche des arythmies. La tension artérielle est mesurée au repos et à chaque stade de l'effort.

Classiquement, quatre vues échographiques sont acquises : les vues apicales 4, 2 et 3 cavités ainsi que la vue parasternale petit axe. La vue apicale 3 cavités (ou long axe) peut être remplacée par la vue parasternale long axe. Pour chaque vue, un cycle cardiaque est enregistré de façon digitale (boucle d'un cycle cardiaque). Ces acquisitions seront répétées lors de l'effort et durant la récupération de l'effort en apportant un soin tout particulier à acquérir exactement les mêmes incidences. Les critères d'arrêt sont :

- la fatigue du patient,
- l'atteinte de la fréquence cardiaque maximale,
- la présence d'ischémie à l'échographie dans au moins 2 segments,
- un sous-décalage majeur du segment ST (> 2 mm),
- des douleurs angoreuses sévères plus tous les critères classiques d'arrêt d'un effort : tension artérielle systolique importante, hypotension, trouble du rythme... [2].

L'échographie d'effort peut être couplée à un effort réalisé sur un tapis ou sur un vélo. Lors de l'utilisation d'un tapis, il est plus difficile d'acquérir des images échocardiographiques au maximum de l'effort. Très souvent, une première série d'images sera acquise au repos, après l'effort ; le patient devra se recoucher le plus vite possible sur la table d'échographie pour l'acquisition d'image.

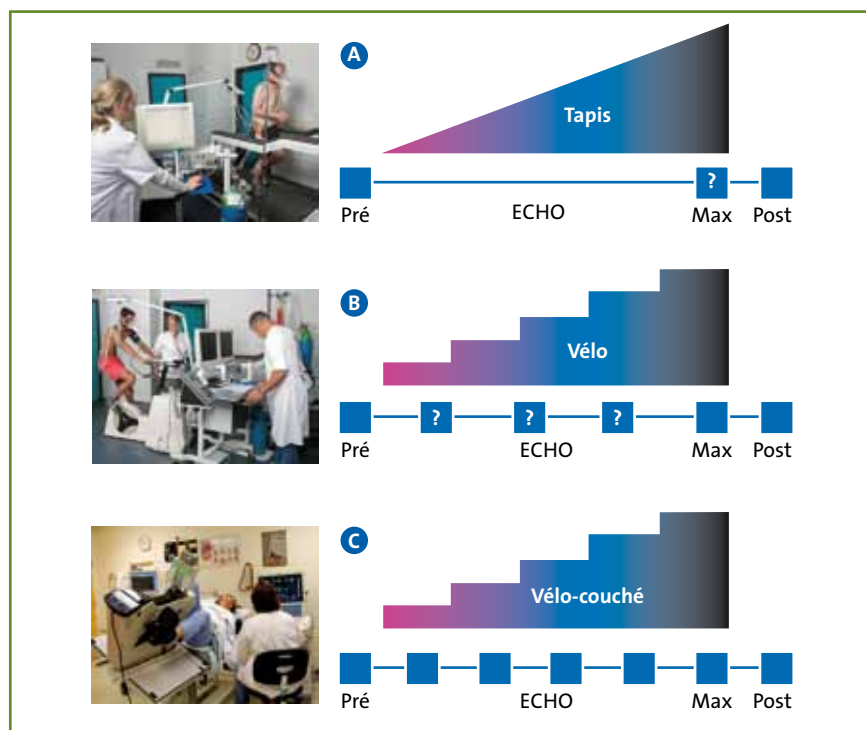


Fig. 1 : Différents protocoles d'échographie d'effort. **1A :** effort sur tapis, l'acquisition des images échographiques se fait au repos et le plus souvent en post-effort immédiat. **1B :** effort sur cycloergomètre classique, les acquisitions échographiques se font au repos et au maximum de l'effort. **1C :** effort sur table cycloergométrique permettant des acquisitions aux différents paliers de l'effort.

Ces images "post-effort" immédiates doivent être acquises dans la première minute qui suit l'arrêt de l'effort pour éviter une diminution trop importante de la fréquence cardiaque et la disparition des anomalies de contraction régionale.

Dans nos pays, la réalisation d'un effort sur bicyclette ergométrique est la plus courante. Le patient devra pédaler à vitesse constante (le plus souvent 60 tours/min) face à une charge progressivement croissante. Des images échographiques peuvent être acquises tout au long de l'examen, principalement au maximum de l'effort.

Plus récemment, le développement de tables cycloergométriques permet de réaliser des acquisitions échographiques aux différents paliers de l'effort. Sur ces tables, le patient pédale en position semi-

assise ; il est également possible, grâce à un système d'accoudoir, de maintenir le patient tout en inclinant légèrement la table pour obtenir une meilleure qualité d'imagerie (**fig. 1**). Quel que soit le protocole utilisé, il est important d'acquérir aussi des images en post-effort car, parfois, l'ischémie se manifeste uniquement sur ces images.

L'interprétation

Les quatre vues échographiques acquises au repos et selon le protocole utilisé durant l'effort et/ou au maximum de l'effort sont placées côte à côte pour être analysées. Le ventricule gauche est divisé en 17 segments, lesquels couvrent les trois territoires coronaires. Les parois septale, latérale, inférieure et antérieure sont divisées en trois parties : segment basal, moyen et apical. Les

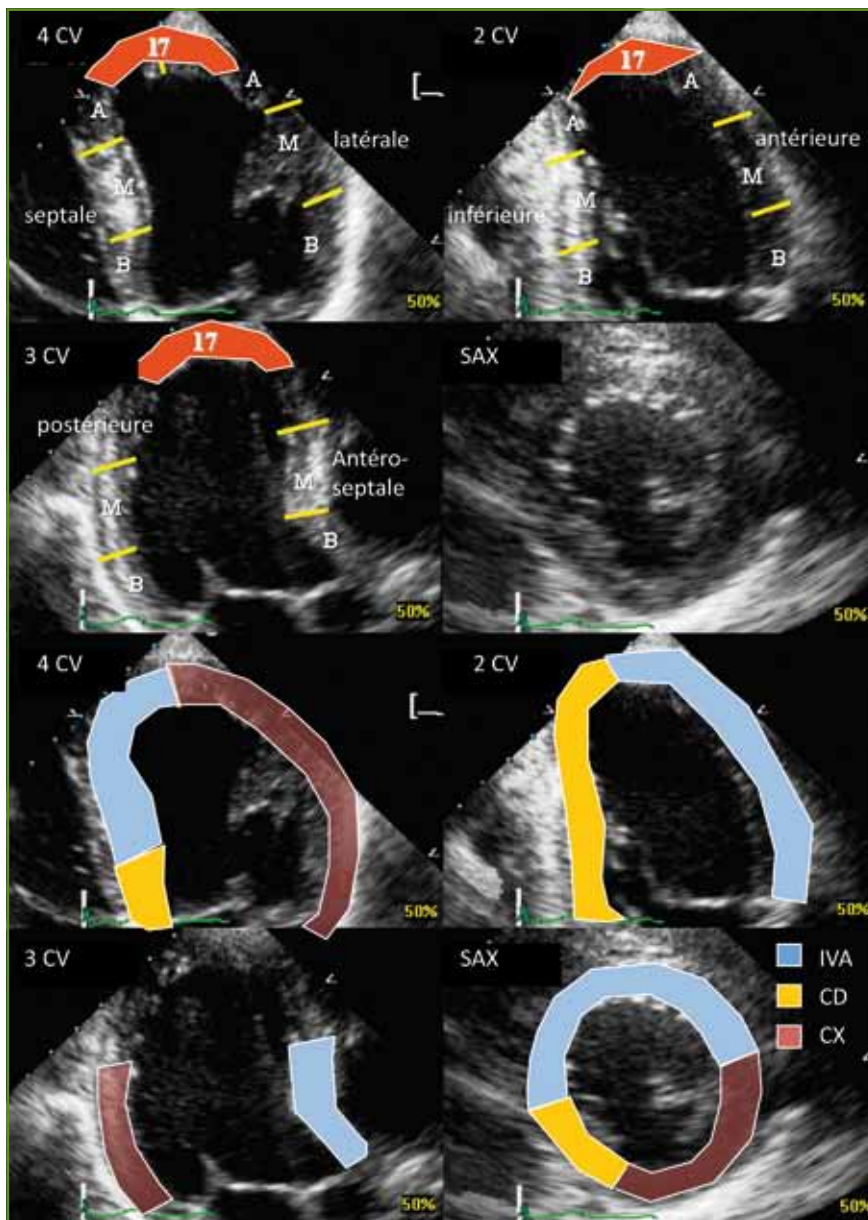


FIG. 2 : Répartition des segments échographiques (B = base, M = moyen, A = apex) et correspondance avec les territoires coronaires (IVA : artère interventriculaire antérieure, CX : artère circonflexe, CD : artère coronaire droite) 4cv : vue apicale 4 cavités, 2cv : vue apicale 2 cavités, 3cv : vue apicale 3 cavités ; SAX : vue parasternale petit axe.

parois antéro-septale et postérieure comprennent chacune deux parties : segment basal et moyen. Le 17^e segment correspond à la calotte apicale.

Cette répartition des segments a été proposée pour permettre une comparaison

plus facile des territoires avec les autres techniques d'imagerie comme la scintigraphie. La **figure 2** reprend les différents segments et la correspondance des territoires coronaires. Pour chaque segment, la contraction va être analysée au repos et au maximum de l'effort.

>>> Un segment dont la contraction se dégrade à l'effort est dit ischémique.

>>> Un segment qui ne se contracte pas au repos ni à l'effort correspond vraisemblablement à un segment infarcté.

La viabilité d'un segment ne peut être mise en évidence par des protocoles d'effort analysant uniquement le repos et l'effort maximal. Même si certaines études ont proposé l'utilisation d'effort à faible charge pour mettre en évidence la récupération de fonction des segments dysfonctionnels, l'échographie d'effort n'est certainement pas le meilleur choix pour la mise en évidence de la viabilité myocardique. Un segment dysfonctionnel au repos peut apparaître davantage dysfonctionnel à l'effort ; ceci ne doit pas être considéré comme un signe d'ischémie.

Diagnostic de la maladie coronaire

L'échographie d'effort a une sensibilité de 80-85 % et une spécificité de 84-86 % pour la détection de la maladie coronaire. La sensibilité est évidemment un peu plus faible pour les maladies monotronculaires et plus élevée pour les maladies coronaires pluritonculaires. Ceci est nettement supérieur à l'épreuve d'effort simple. Le gain en valeur diagnostique et pronostique de l'ajout des données échocardiographiques sur les données cliniques et électriques est depuis longtemps démontré.

Outre la valeur diagnostique, la valeur pronostique est aussi importante. Plus l'étendue de l'ischémie est importante à l'échographie, plus le pronostic à long terme est défavorable [3]. D'autre part, une étude la *Mayo Clinic*, portant sur 5 798 patients, démontre qu'en l'absence d'ischémie lors de l'échographie d'effort, le pronostic à 3 ans est très bon avec la survenue de peu d'événements cardiovasculaires [4]. Même chez des patients avec des paramètres d'épreuve

REVUES GÉNÉRALES

Insuffisance coronaire

POINTS FORTS

- ➔ L'échographie d'effort est une technique peu onéreuse actuellement bien validée pour le diagnostic et le pronostic de la maladie coronaire.
- ➔ L'échographie d'effort a une performance diagnostique nettement supérieure à l'épreuve d'effort pour la détection de la maladie coronaire, que ce soit chez l'homme ou la femme. Elle apporte une valeur pronostique additionnelle par rapport aux données cliniques et à l'épreuve d'effort classique.
- ➔ Sa performance diagnostique et sa valeur pronostique sont comparables à celles de la scintigraphie myocardique à l'effort.

d'effort "classique" normaux (ECG, clinique, etc.), la mise en évidence d'une ischémie à l'échographie est un facteur prédictif de la survenue d'événements cardiovasculaires [5].

Échocardiographie d'effort ou scintigraphie myocardique à l'effort ?

D'un point de vue diagnostique de la maladie coronaire, l'échographie basée sur l'analyse de la fonction régionale et la scintigraphie myocardique basée sur l'analyse de la perfusion régionale du myocarde peuvent à la fois être couplées à l'épreuve d'effort pour augmenter sa performance diagnostique. De nombreuses études comparant la valeur diagnostique de l'échographie d'effort et de la scintigraphie myocardique à l'effort ont conclu à des valeurs diagnostiques similaires [3, 6].

La valeur pronostique d'une échographie d'effort ou d'une scintigraphie myocardique de perfusion normale a été récemment comparée dans une méta-analyse. Les valeurs prédictives, négatives pour la survenue d'un décès cardiaque ou d'un infarctus à 3 ans, de la scintigraphie et de l'échographie sont comparables (respectivement 98,8 % et 98,4 %) [7].

Populations particulières

La valeur diagnostique de l'épreuve d'effort chez la femme est encore plus mauvaise que chez l'homme, ce qui dans de nombreux cas va poser des problèmes diagnostiques. Au contraire, l'échographie d'effort possède à la fois une excellente valeur diagnostique (sensibilité de 80 %) et pronostique (4 % d'accidents cardiovasculaires à 3 ans en cas d'examen négatif) chez la femme [8]. Même si la valeur diagnostique est équivalente pour les hommes et les femmes, l'étude de la *Mayo Clinic* démontre un taux d'événements un peu plus élevé chez les hommes que chez les femmes en cas de test négatif.

La présence d'un bloc de branche gauche complet sur l'ECG de repos rend ininterprétable l'épreuve d'effort. Pour circonvier à ce problème, il est fréquemment proposé de coupler une scintigraphie de perfusion à l'épreuve d'effort. Malheureusement, dans ce cas, cette technique présente grand nombre de résultats faussement positifs. L'échographie d'effort conserve, en revanche, une valeur diagnostique similaire en cas de bloc de branche gauche complet [9]. L'échographie d'effort garde aussi sa valeur pronostique en présence d'un bloc de branche gauche. Chez ces patients, la présence d'une ischémie

visualisée en échographie s'accompagne d'un nombre plus important de décès ou d'accidents cardiaques [10].

Les patients diabétiques ont souvent une atteinte coronaire plus sévère. Dans cette population, l'échographie d'effort apporte une valeur pronostique additionnelle par rapport à l'épreuve d'effort simple parce qu'elle permet de révéler l'étendue de l'ischémie et le nombre de territoires coronaires atteints [11].

Les indications de l'échographie d'effort

Même si les performances diagnostiques et pronostiques de l'échographie d'effort sont attrayantes, celle-ci ne doit pas être proposée chez tous les patients. L'épreuve d'effort simple reste le premier choix pour le dépistage de la maladie coronaire. Les principales indications de l'échographie d'effort pourraient se résumer comme suit [2, 12] :

- les patients avec un bloc de branche gauche complet ou des anomalies électriques rendent impossible ou difficile l'interprétation de l'ECG lors d'un effort ;
- les patients chez lesquels une épreuve d'effort n'a pas été diagnostiquée ou a conclu à des résultats ambigus ;
- pour évaluer le retentissement fonctionnel d'une sténose coronaire ou après angioplastie ;
- chez les patients avec une probabilité intermédiaire ou un risque intermédiaire de maladie coronaire selon les tables de risques coronariens.

Une liste complète des indications est reprise dans les recommandations de la Société américaine de Cardiologie [12].

Conclusion

L'échographie d'effort est une technique bien établie pour le diagnostic de la maladie coronaire. Sa valeur diagnostique et

pronostique est comparable à celle de la scintigraphie myocardique de perfusion. L'échographie d'effort a l'avantage d'être une technique peu onéreuse, ne nécessitant pas un investissement matériel important. En revanche, elle nécessite un entraînement et une compétence particulière de l'opérateur, et son interprétation reste subjective. Dans le futur, des techniques de *speckle tracking* – ou l'utilisation de l'échographie tridimensionnelle – permettront peut-être de faciliter son interprétation.

Bibliographie

1. GIBBONS RJ, BALADY GJ, BRICKER JT *et al.* ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *J Am Coll Cardiol*, 2002;40:1531-1540.
2. SICARI R, NIHOYANPOULOS P, EVANGELISTA A *et al.* Stress echocardiography expert consensus statement: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC) *Eur J Echocardiogr*, 2008;9:415-437.
3. OLMOS L, DAKIK H, GORDON R *et al.* Long-Term Prognostic Value of Exercise Echocardiography Compared With Exercise 201Tl, ECG, and Clinical Variables in Patients Evaluated for Coronary Artery Disease. *Circulation*, 1998;98:2679-2686.
4. ARRUDA-OLSON A, JURACAN EM, MAHONEY DW *et al.* Prognostic value of exercise echocardiography in 5,798 patients: is there a gender difference? *J Am Coll Cardiol*, 2002;39:625-631.
5. BOUZAS-MOSQUERA A, PETEIRO J, ÁLVAREZ-GARCIA N *et al.* Prediction of mortality and major cardiac events by exercise echocardiography in patients with normal exercise electrocardiographic testing. *J Am Coll Cardiol*, 2009;53:1981-1990.
6. FLEISCHMANN K, HUNINK M, KUNTZ K *et al.* Exercise echocardiography or Exercise SPECT imaging? A meta analysis of diagnostic test performance. *JAMA*, 1998;280:913-920.
7. 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.
8. HEUPLER S, METHA R, LOBO A *et al.* Prognostic implications of exercise echocardiography in women with known or suspected coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*, 1997;30:414-420.
9. PETEIRO J, MONSERRAT L, MARTINEZ D *et al.* Accuracy of exercise echocardiography to detect coronary artery disease in left bundle branch block unassociated with either acute or healed myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 2000;85:890-893.
10. BOUZAS-MOSQUERA A, PETEIRO J, ÁLVAREZ-GARCIA N *et al.* Prognostic Value of Exercise Echocardiography in Patients With Left Bundle Branch Block. *J Am Coll Cardiol Img*, 2009;2:251-259.
11. ELHENDY A, ARRUDA AM, MAHONEY DW *et al.* Prognostic stratification of diabetic patients by exercise echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 2001;37:1551-1557.
12. DOUGLAS PS, KHANDHERIA B, STAINBACK RF *et al.* ACCF/ASE/ACEP/AHA/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2008 appropriateness criteria for stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 2008;51:1127-1147.

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



+ riche + interactif + proche de vous