Futur de l'échocardiographie

Après 50 ans d'existence, l'échocardiographie est devenue un outil incontournable de la cardiologie en jouant un rôle diagnostique et pronostique central. De plus, les paramètres mesurés par l'échocardiographie comme la fraction d'éjection ventriculaire gauche, les dimensions cavitaires et les pressions de remplissage ventriculaire gauche font partie intégrante des recommandations dans la prise en charge de l'insuffisance cardiaque, des valvulopathies et des pathologies rythmiques.
Le fait que cette technique soit non invasive, largement répandue et facilement accessible à un coût peu élevé renforce le rôle important de l'échographie dans la prise de décision clinique en cardiologie.
L'échocardiographie continue à évoluer en bénéficiant des développements considérables dans le domaine informatique qui ont permis une révolution dans le domaine de l'acquisition des images et de leur quantification et qui ont conduit à la miniaturisation des machines allant jusqu'aux échographes "ultraportables".

→ **G. DERUMEAUX**
Hôpital Louis Pradel, LYON.

Ce développement florissant de l'échocardiographie s'accompagne paradoxalement d'inquiétudes d'un risque de déclin de la technique lié à :
– l'attraction des échographistes vers d'autres techniques d'imagerie non invasive telles que l'imagerie par résonance magnétique avec un risque de désaffection de la formation d'excellence à l'échocardiographie,
– la pratique de cette technique par des non cardiologues avec le risque potentiel de voir diminuer le niveau d'expertise.

Nous aborderons dans cet article les nouvelles modalités qui font le futur de l'échocardiographie en détaillant successivement les nouvelles techniques de quantification de la fonction myocardique, l'échographie tridimensionnelle, l'échographie de contraste et les échographes ultraportables.

Quantification : la fin annoncée de l'interprétation subjective

L'évaluation subjective, notamment de la fonction myocardique régionale et globale, est une limitation reconnue de l'échocardiographie. De plus, certains paramètres importants tels que la mesure de la fraction d'éjection souffrent d'une reproductibilité inter- et intra-observateur médiocre.

La mise en place de recommandations d'acquisition et d'analyse des images a certes amélioré la variabilité d'interprétation mais la mise à disposition de nouveaux outils de quantification de la fonction myocardique devrait permettre de gros progrès dans le domaine de l'évaluation objective de la fonction myocardique régionale [1].

Parmi les nombreuses techniques de quantification proposées (*color kinesis*, Doppler tissulaire myocardique), la mesure des déformations myocardiques (ou *strain*) semble la plus prometteuse et la plus réalisable en pratique clinique courante. Cette technique était initialement basée sur la mesure des vitesses tissulaires myocardiques en mode Doppler mais s'est avérée limitée par un rapport signal/bruit peu performant et surtout par la dépendance des mesures à l'angle de la déformation avec les ultrasons [2].

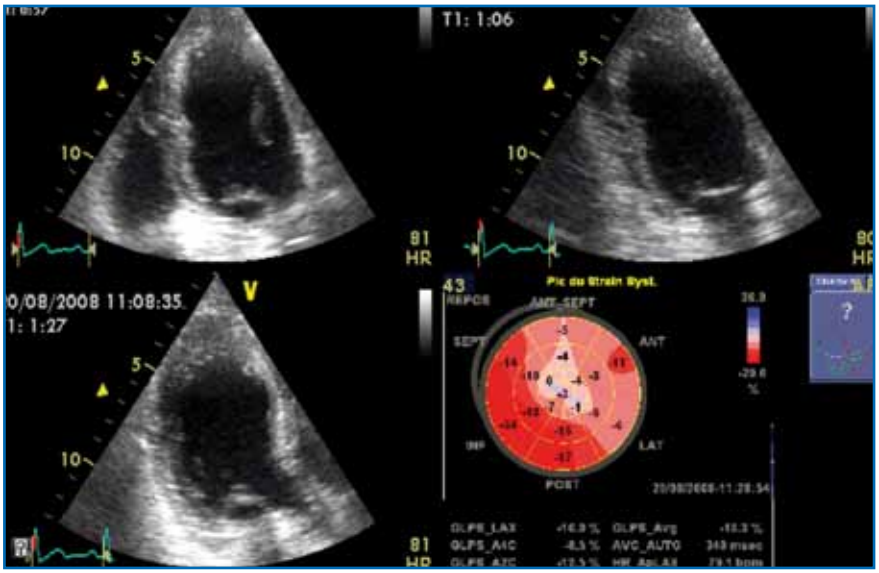

Fig. 1: Exemple d'infarctus en territoire antérolatéral bien détecté par la mesure des strains segmentaires et représenté par la cartographie en œil de bœuf des segments myocardiques.

Le développement des techniques de *speckle-tracking* a permis la mesure de la déformation myocardique ou *strain* à partir d'images bidimensionnelles enregistrées de façon conventionnelle en échelle de gris et a ainsi levé les écueils précités liés à la technique Doppler (***fig. 1***).

La mesure précise de la fonction myocardique régionale par la technique de *strain* trouve de nombreuses applications en cardiologie :

>>> Tout d'abord, elle permet **un diagnostic précoce de dysfonction systolique dans des pathologies non ischémiques** telles que les cardiomyopathies hypertrophiques, les cardiopathies diabétiques, etc. Cette détection préclinique de la dysfonction systolique silencieuse peut permettre une prise en charge précoce des patients, mieux stratifier leur risque, intensifier le traitement afin de prévenir l'évolution vers l'insuffisance cardiaque.

>>> **Dans le domaine des cardiopathies ischémiques, elle s'avère également très utile depuis le diagnostic précis de l'étendue des troubles de cinétique jusqu'à la stratification du risque chez les patients dans différentes conditions :** en urgence lors d'une douleur thoracique où l'absence d'anomalie de fonction segmentaire identifie les patients à bas risque ; après un infarctus où le *strain* global (moyenne des valeurs de *strain* segmentaire) a une valeur pronostique vis-à-vis du remodelage ventriculaire gauche et s'avère une alternative fiable et plus reproductible que la mesure de la fraction d'éjection. Enfin, l'identification des segments viables dans les cardiomyopathies ischémiques pourrait gagner en fiabilité, notamment lors d'échographie à la dobutamine.

>>> D'autres applications semblent prometteuses dans l'analyse de **la fonction VD ainsi que dans la stratification du risque, notamment chez les patients à fraction d'éjection > 35 %** où la mesure du *strain* global se révèle un paramètre pronostique additionnel par rapport à la fraction d'éjection et au score de cinétique segmentaire [3].

Il existe cependant des limitations à l'usage en routine des paramètres de déformation telles que leur faisabilité qui dépend de la qualité de l'imagerie bidimensionnelle, leur reproductibilité qui reste à améliorer notamment pour les composantes radiale et circonférentielle du *strain* et surtout l'harmonisation des mesures entre les différents échographes qui, pour le moment, présentent des variations importantes selon les fabricants. Parmi le futur proche, l'analyse des déformations myocardiques sera possible à partir de l'échographie tridimensionnelle.

Bien que de nombreux progrès restent à réaliser, cette technique doit d'ores et déjà figurer dans l'enseignement de l'échocardiographie et devenir partie intégrante de la pratique de l'échocardiographie.

Echographie tridimensionnelle

L'échographie tridimensionnelle (3D) en temps réel constitue une révolution dans la pratique de l'échographie car elle devrait permettre de corriger l'une des causes importantes de variabilité de la mesure des volumes ventriculaires et des paramètres dérivés de cette mesure comme la fraction d'éjection et la masse ventriculaire gauche. En effet, le choix du plan de coupe est crucial dans la mesure de ces paramètres et une modification de ce plan de coupe peut induire des variations considérables entre deux mesures [4]. Cela explique que le mode bidimensionnel cède le pas à l'IRM comme méthode de référence dans la quantification des volumes ventriculaires gauches et de la fraction d'éjection puisque l'on estime qu'une variation de 10 % de la fraction d'éjection en échographie 2D est le seuil minimal détectable de façon fiable avec un intervalle de confiance de 95 % là où les études récentes concernant l'effet de la ressynchro-

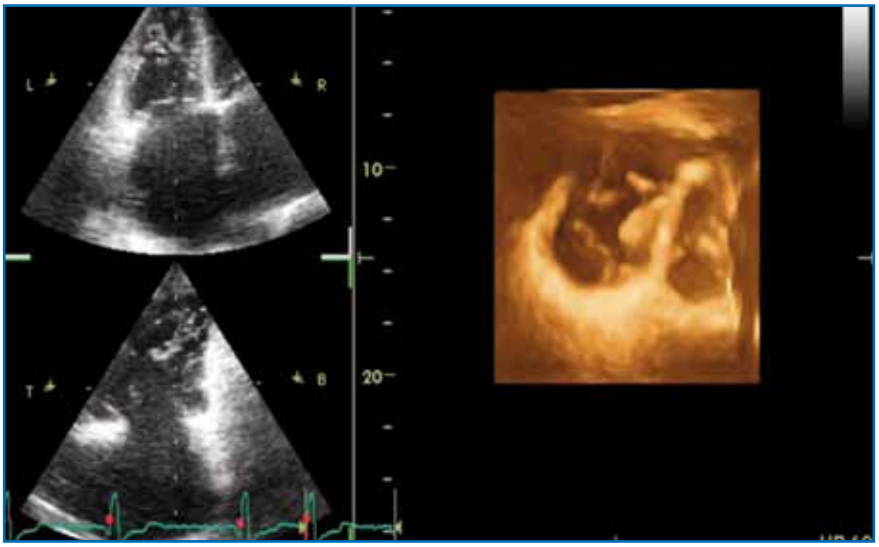

Fig. 2 : Echographie 3D passant par le ventricule droit.

nisation nous montrent que les variations de fraction d'éjection attendues dans des populations de patients en insuffisance cardiaque sont de l'ordre de 5 à 8 %. De façon similaire, la variation de masse ventriculaire gauche la plus faible détectable avec fiabilité (intervalle de confiance de 95 %) est de 60 g et donc dépasse largement les 20-40 g de diminution annuelle attendues chez les populations de patients hypertendus que nous ont démontré les essais sur les traitements antihypertenseurs [5].

L'échographie 3D rejoint ainsi la fiabilité et la reproductibilité de l'IRM dans les mesures volumiques du ventriculaire gauche et devrait permettre à l'échographie de répondre aux exigences de quantification précise et fiable de la fonction globale ventriculaire gauche et droite (***fig. 2***) [6]. Cependant, des progrès en termes de résolution temporelle et spatiale doivent être effectués pour permettre à l'échographie 3D de rejoindre la qualité de l'imagerie offerte par l'échographie 2D.

Par ailleurs, l'échographie 3D offre une évaluation anatomique de structures cardiaques qui pourrait devenir un outil de communication incontournable entre échographistes et chirurgiens ou cathétériseurs dans le cadre de réparation chirurgicale ou percutanée de la valve mitrale ou des communications interauriculaires.

Echographie de contraste

Après des débuts très prometteurs et un espoir de quantification de la perfusion, l'utilisation des agents de contraste a subi de sérieux revers, d'une part en raison d'alertes concernant leur sécurité d'emploi dans le cadre des syndromes coronariens aigus, d'autre part en raison de l'absence de mention légale concernant leur utilisation pour l'évaluation de la perfusion.

Dans ce futur incertain persiste l'indication de l'opacification ventriculaire gauche (***fig. 3***) qui est sous-utilisée compte tenu des coûts des produits d'opacification et de l'amélioration de qualité de l'imagerie. Il existe cependant des études et des recommandations montrant l'amélioration de la précision diagnostique et de la valeur pronostique de l'échographie de stress couplée à l'échographie de contraste [7].

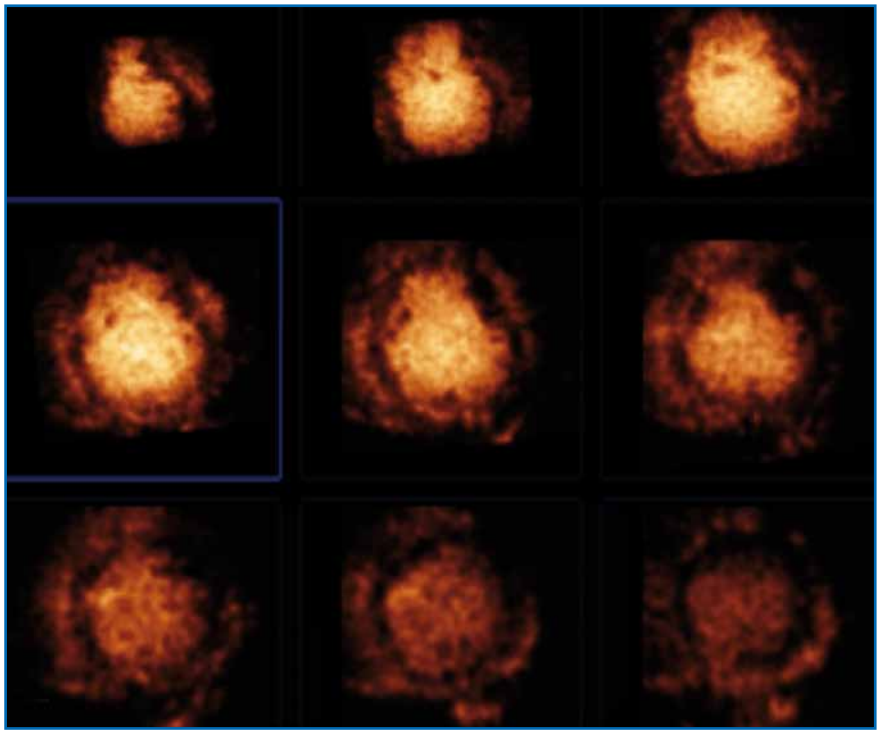

Fig. 3 : Combinaison de l'échographie de contraste à l'échographie 3D.

Fig. 4 : D'Inge Edler et Hellmuth Hertz, inventeurs du premier échographe (**A**) à la miniaturisation des échographes portables (**B**) et ultraportables (**C**)..

Le futur de l'échographie de contraste est cependant riche de promesses dans l'utilisation de ces agents pour faciliter la thrombolyse, cibler la thérapie génique et détecter l'inflammation ainsi que les thromboses.

L'échographie à l'heure des machines ultraportables

La miniaturisation des échographes va bouleverser le paysage de l'échocardiographie, voire de la pratique clinique en cardiologie. En effet, on pourrait dans une vision futuriste un peu polémique discuter le remplacement de l'auscultation au stéthoscope par l'échographe ultraportable "de poche" (***fig. 4***). Plus sérieusement, de tels échographes offrent actuellement pour un coût modique (10000,00 €) une imagerie bidimensionnelle de haute qualité et de plus couplée au Doppler couleur. Certes, pour le moment, la quantification est très limitée et ne permet donc pas de réaliser une échocardiographie selon les recommandations des différentes Sociétés savantes mais plutôt une échoscopie. La mise sur le marché de tels appareils soulève donc plusieurs questions à l'heure où le nombre d'échocardiographies réalisées augmente sans cesse.

1. A quel usage les réserver ?

Outil de "débrouillage" au lit du malade ou en cabinet, outil de dépistage comme par exemple la détection de lésions de rhumatisme articulaire aigu dans des pays en voie de développement, outil d'évaluation dans les situations d'urgence ? L'évaluation doit être faite soigneusement de façon à donner à ce nouvel outil ultrasonore des indications indiscutables.

2. Pour quels utilisateurs ?

Ces appareils ultraportables signent donc la migration de l'échocardiographie hors des laboratoires d'échocardiographie vers le lit du patient, les ambulances médicalisées et les salles d'urgence. Se pose donc la question du contrôle de la formation des utilisateurs et de la qualité de l'examen. En effet, l'apparente facilité de l'utilisation de ces appareils ultraportables se confronte à l'expérience et l'expertise des utilisateurs afin de garantir le bénéfice optimal de ces échographes.

Au risque d'être polémique, de telles machines ne devraient être utilisées que par des échographistes chevronnés. En tout cas, elles ne devraient pas être mises à disposition de médecins n'ayant pas la formation requise pour la pratique de l'échocardiographie. En effet, la mise à disposition de ces échographes de haute qualité technologique dans des espaces "non cardiologiques" influencera fortement la décision clinique et il faudra rester très vigilant sur l'attribution du "permis d'utilisation" de telles machines.

Bibliographie

1. Bijnens BH, Cikes M, Claus P *et al.* Velocity and deformation imaging for the assessment of myocardial dysfunction. *Eur J Echocardiogr,* 2009 ; 10 : 216-226.
2. Derumeaux G, Ovize M, Loufoua J *et al.* Doppler tissue imaging quantitates regional wall motion during myocardial ischaemia and reperfusion. *Circulation*, 1998 ; 97 : 1 970-1 977.
3. Stanton T, Leano R, Marwick TH. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle *strain* : Comparison with ejection fraction and wall motion scoring. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009 ; 2 ; 356-364.
4. King DL, Harrison MR, King DL Jr *et al.* Ultrasound beam orientation during standard two-dimensional imaging : assessment by three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 1992 ; 5 : 569-576.
5. Otterstad JE, Froeland G, St John SM *et al.* Accuracy and reproducibility of biplane two-dimensional echocardiographic measurements of left ventricular dimensions and function. *Eur Heart J*, 1997 ; 18 : 507-513.
6. Mor-Avi V, Jenkins C, Kühl HP *et al.* Real-Time 3-Dimensional Echocardiographic Quantification of Left Ventricular Volumes : Multicenter Study for Validation With Magnetic Resonance Imaging and Investigation of Sources of Error. *J Am Coll Cardiol Img*, 2008 ; 1 : 413-423.
7. Senior R, Becher H, Monaghan M *et al.* Contrast echocardiography : evidence-based recommendations by European Association of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*, 2009 ; 10, 194-212.

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