



P. REANT, S. LAFITTE, R. ROUDAUT
Service de Cardiologie, CHU, BORDEAUX.

L'échocardiographie

En cette année 2008, les présentations sur l'échocardiographie à l'AHA ont été nombreuses dans le domaine des valvulopathies et des nouvelles techniques comme le strain bidimensionnel (speckle tracking) et l'échocardiographie 3D qui occupent toujours le devant de la scène. Dans le domaine de l'insuffisance cardiaque, suite aux résultats de l'étude PROSPECT, l'échocardiographe cherche à optimiser l'analyse de l'asynchronisme pour une meilleure sélection des patients et pour une meilleure reproductibilité des mesures.

■ FONCTION DIASTOLIQUE VENTRICULAIRE GAUCHE

>>> On retiendra plus particulièrement un travail de l'équipe de la Mayo Clinic (Tsang *et al.*, abstract 4 199) qui a montré que la combinaison de la mesure du rapport E/E' (rapport du pic de vélocité protodiastolique mitral [E, cm/s] et du pic de vélocité protodiastolique en Doppler tissulaire à l'anneau mitral E'[cm/s]) et du volume atrial gauche indexé (mesuré par la méthode surface/longueur en mode biplan) permet d'augmenter la prédiction clinique de première décompensation cardiaque chez les sujets âgés. Sur les 917 sujets inclus (53 % d'hommes, âge moyen 73 ± 6 ans) et suivis pendant en moyenne $3,5 \pm 2,4$ ans, 36 (4 %) ont développé un premier épisode d'insuffisance cardiaque. Les aires sous les courbes ROC étaient de 0,68 pour le volume de l'oreillette gauche indexé et de 0,71 pour le rapport E/E'. L'analyse multivariée faisait ressortir un volume de l'oreillette gauche indexé > 32 mL/m² et un rapport E/E' > 14 comme les meilleurs critères prédictifs indépendants de survenue d'insuffisance cardiaque avec une sensibilité de 85 % et 54 % et une spécificité de 28 % et 83 %, respectivement.

>>> Par ailleurs, une collaboration napolitaine et new-yorkaise (Devereux *et al.*, abstract 4 198) a montré, chez 2 808 patients, que la combinaison d'une augmentation de la taille de l'oreillette gauche (> 38 mm chez la femme et > 42 mm

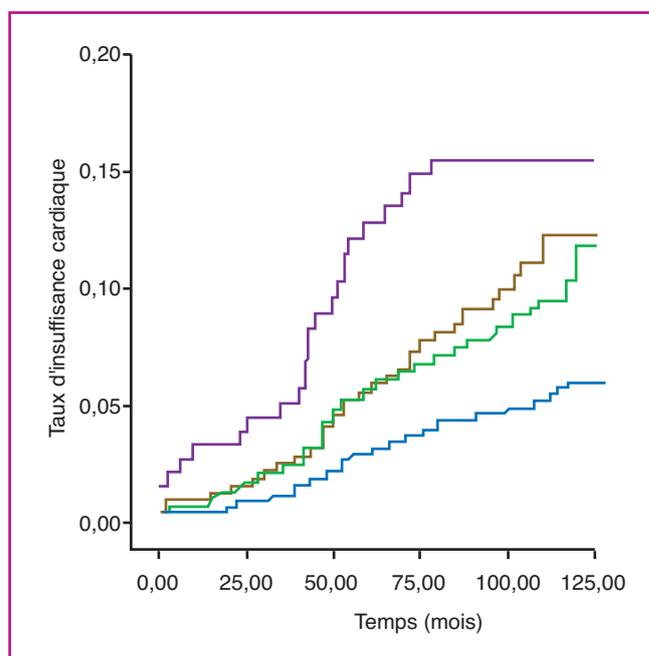


Fig. 1 : L'augmentation des dimensions et de la force systolique de l'oreillette gauche (OG) favorisent la survenue d'insuffisance cardiaque (d'après Devereux *et al.*). En bleu : dimensions et fonction OG normales, en vert : augmentation isolée de la force systolique de l'OG, en marron : augmentation isolée des dimensions de l'OG, en mauve : augmentation de la force systolique et des dimensions de l'OG.

chez l'homme) et de sa force systolique ($> 14,33$ Kdynes) augmente le risque de survenue d'insuffisance cardiaque (Strong Heart Study) indépendamment des facteurs de risques cardiovasculaires, des facteurs démographiques, de la géométrie et de la fonction ventriculaire gauche (*fig. 1*).

>>> De même, d'après un travail de l'équipe de la Nouvelle-Orléans (Patel *et al.*, abstract 4 205), le volume de l'oreillette gauche indexé et la géométrie du ventricule gauche permettent de prédire indépendamment la mortalité chez 47 865 patients avec fraction d'éjection préservée.

>>> Dans une population de sujets sains, l'équipe de J.D. Thomas (Cleveland Clinic, abstract 4725) a montré qu'il existe physiologiquement un gradient base-apex de déformation ventriculaire gauche en phase de contraction isovolumique.

■ FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULE GAUCHE

Dans l'analyse de la fonction myocardique systolique ventriculaire gauche, plusieurs présentations ont montré l'intérêt de l'analyse globale des déformations, notamment la déformation longitudinale globale, du ventricule gauche en speckle tracking (strain longitudinal global).

>>> L'équipe de Leiden (Bax J.J. *et al.*, abstract 716) a montré que le strain longitudinal global quantifié par méthode semi-automatique (AFI) en speckle tracking (*fig. 2*) après un infarctus du myocarde reflète la taille de la nécrose et peut permettre de prédire la récupération à long terme de la fonction ventriculaire gauche. Ainsi, 147 patients ont été inclus dans l'étude. Une relation significative a été établie entre le strain longitudinal global estimé dans les 48 heures suivant l'hospitalisation et le pic de troponinémie. Le strain longitudinal global meilleur que -14,2 %, mesuré dans les 48 heures suivant l'infarctus du myocarde, serait prédictif de récupération de plus de 5 % de la fraction d'éjection ventriculaire gauche à distance de l'infarctus avec une sensibilité et une spécificité de 76 %.

>>> La géométrie du ventricule gauche incluant un remodelage concentrique et une hypertrophie ventriculaire gauche franche serait prédictive de mortalité chez 26216 femmes avec fraction d'éjection préservée (Patel *et al.*, Nouvelle-Orléans, abstract 704).

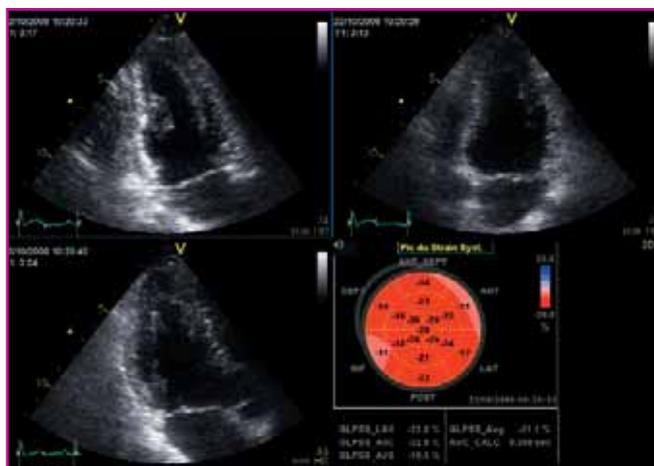


Fig. 2 : Strain longitudinal global (AFI) en speckle tracking : l'acquisition d'une boucle 2D noir et blanc dans chacune des 3 incidences apicales permet d'obtenir en moins de 2 minutes le strain longitudinal global et segmentaire.

>>> Un travail de l'équipe de Bichat (Hyafil, Vahanian *et al.*, Paris, abstract 4238) a montré que le speckle tracking peut identifier le niveau de l'atteinte myocardique dans la myocardite aiguë. Les 10 patients inclus dans l'étude avaient en moyenne 41 ans et la troponinémie moyenne était de 12,7 $\mu\text{g/L}$. Le strain circonférentiel était abaissé à -6,4 % en zone de rehaussement tardif à l'IRM contre -16,7 % en zone contrôle ($p < 0,05$). Le strain radial n'était pas diminué significativement. Un cut-off de -10 % pour le strain circonférentiel en 2D strain (speckle tracking) permettrait d'identifier correctement le niveau de l'atteinte myocardique avec une sensibilité de 71 % et une spécificité de 87 % (AUC : 0,78).

>>> L'équipe de Lyon (Erlande L. *et al.*, abstract 4239) a présenté un travail montrant à l'aide du speckle tracking une dysfonction myocardique ventriculaire gauche longitudinale et radiale chez 114 patients diabétiques. La moyenne d'âge était de 52 ans et la fraction d'éjection ventriculaire gauche était normale (67 %). Les résultats de déformation longitudinale et radiale ont été comparés à ceux de 88 sujets contrôles sains. Chez les patients diabétiques, le strain longitudinal était abaissé significativement à $-19,4 \pm 2,9$ % de même que le strain radial à $49,7 \pm 15$ % versus $-21,6 \pm 2,1$ % ($p < 0,05$) et 56 ± 11 % ($p < 0,05$) pour les sujets contrôles. Ce travail invite à déterminer des cut-off de retentissement myocardique et pronostique chez les patients diabétiques.

■ ASYNCHRONISME

Concernant l'analyse de l'asynchronisme, encore de nombreux travaux...

>>> L'équipe rennaise (C. Leclercq *et al.*, abstract 826) a rapporté une étude secondaire issue de l'étude multicentrique randomisée CARE-HF traitant de l'effet de la resynchronisation ventriculaire chez les sujets âgés de > 70 ans. Les 302 patients inclus avaient > 70 ans (75 ans en moyenne). 157 patients ont été resynchronisés et 145 traités médicalement. Il n'y avait pas de différence significative sur les caractéristiques initiales entre ces deux populations. Comme dans la population générale de patients resynchronisés, l'amélioration clinique constatée après resynchronisation chez les patients de > 70 ans était associée à un remodelage ventriculaire gauche avec une fraction d'éjection ventriculaire gauche qui passe de 26 ± 6 % à 37 ± 11 % ($p < 0,001$) et un volume télésystolique du ventricule gauche qui passe de 217 mL à 124 mL ($p = 0,02$) après 29 mois de suivi en moyenne.

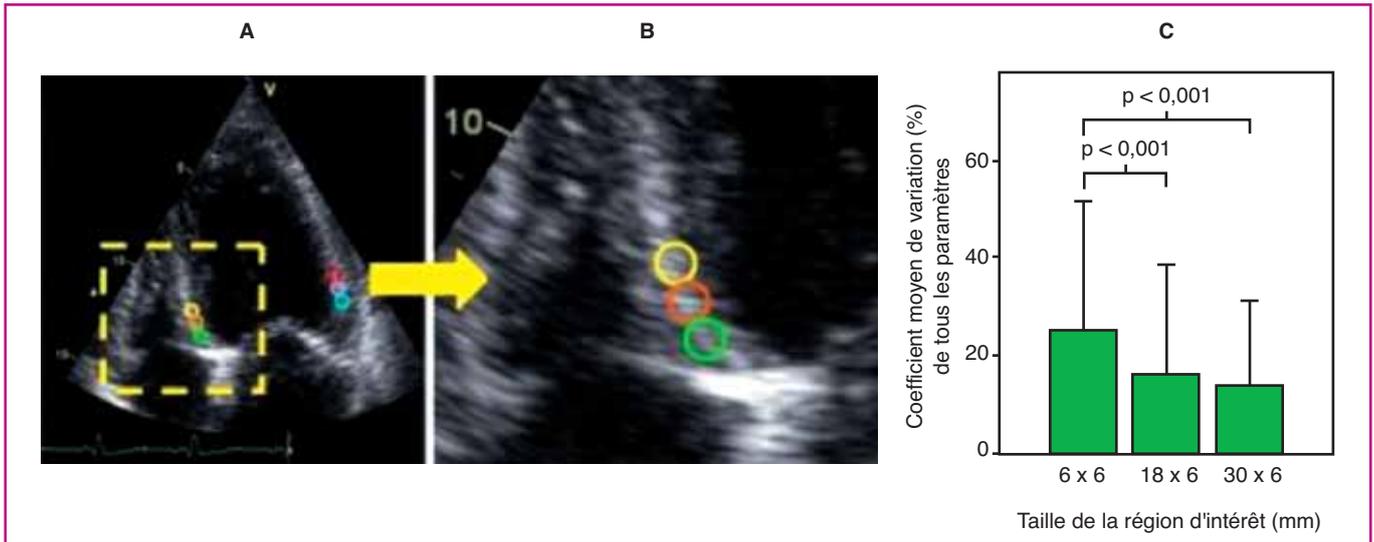


Fig. 3 : Elargissement de la région d'intérêt pour réduire la variabilité de l'analyse d'asynchronisme en Doppler tissulaire (Fornwalt et al.).

>>> L'équipe allemande de Aachen (Becker M. *et al.*, abstract 824) a montré chez 56 patients (53 ± 5 ans, 34 hommes) que la détermination du pic de déformation circonférentielle segmentaire ventriculaire gauche le plus tardif en échographie (speckle tracking) permettrait d'optimiser le positionnement de la sonde de stimulation ventriculaire gauche dans la resynchronisation et d'espérer un meilleur remodelage inverse à 12 mois après resynchronisation.

>>> Dans le but d'améliorer la reproductibilité des mesures, suite aux résultats de PROSPECT qui a soulevé le problème de la reproductibilité des paramètres d'asynchronisme, une équipe d'Atlanta (Fornwalt *et al.*, abstract 2818) a proposé d'utiliser des régions d'intérêts plus larges en Doppler tissulaire. Ainsi, dans leur travail, des régions d'intérêt de 18 x 6 mm ou de 30 x 6 mm permettaient de réduire significativement la variabilité des mesures ($p < 0,001$) en comparaison avec une région d'intérêt ne mesurant que 6 x 6 mm (fig. 3).

>>> Une étude multicentrique (Bordeaux, Rennes, Marseille, Reant, Zaroui *et al.*, abstract 2819) a permis de mettre en évidence des critères échocardiographiques prédictifs de "super-réponse" à 6 mois après resynchronisation biventriculaire avec quasi-normalisation de la fraction d'éjection ventriculaire gauche ($> 50\%$) et remodelage inverse avec amélioration $> 15\%$ du volume télédiastolique ventriculaire gauche. 17 (9 %) des 186 patients inclus étaient "super-répondeurs" à 6 mois de la resynchronisation, 56 % étaient "répondeurs conventionnels" (amélioration $> 15\%$ du volume télédiastolique ventriculaire gauche mais fraction d'éjection $< 50\%$) et 35 % étaient "non-répondeurs". En

analyse monovariée, l'étiologie non ischémique de la cardiomyopathie, un diamètre télédiastolique < 54 mm, un volume télédiastolique ventriculaire gauche < 180 mL, un volume de l'oreillette gauche < 50 mL et un strain longitudinal global moins altéré, supérieur à -11% , étaient prédictifs de super-réponse. En analyse multivariée, seuls le volume de l'oreillette gauche et le strain longitudinal global avec ces mêmes cut-off étaient des prédicteurs indépendants de "super-réponse" (fig. 4).

>>> Pour Davis Kass, l'asynchronisme est un prérequis indispensable à la régulation positive de la réserve bêta-adrénergique dans la resynchronisation biventriculaire (Kass *et al.*, Baltimore, abstract 4341). Sur modèle expérimental, il a montré une différence marquée entre le ventricule synchrone et le ventricule asynchrone en termes de transit calcique, de fonction cellulaire au repos et sous stimulation bêta-adrénergique et de raccourcissement sarcomérique. En cas d'asynchronisme, la stimulation multisite améliore la fonction cellulaire.

■ VENTRICULE DROIT

>>> En termes d'analyse de la fonction diastolique du ventricule droit, le rapport E'/E' tricuspide (rapport du pic de vélocité protodiastolique tricuspide [E, cm/s] et du pic de vélocité protodiastolique en Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide E' [cm/s]) serait pour l'équipe d'Osaka (Kitakaze *et al.*, abstract 2436) un puissant prédicteur d'événement cardiaque chez les patients avec une hypertension artérielle pulmonaire chronique. 50 patients avec une hypertension artérielle pul-

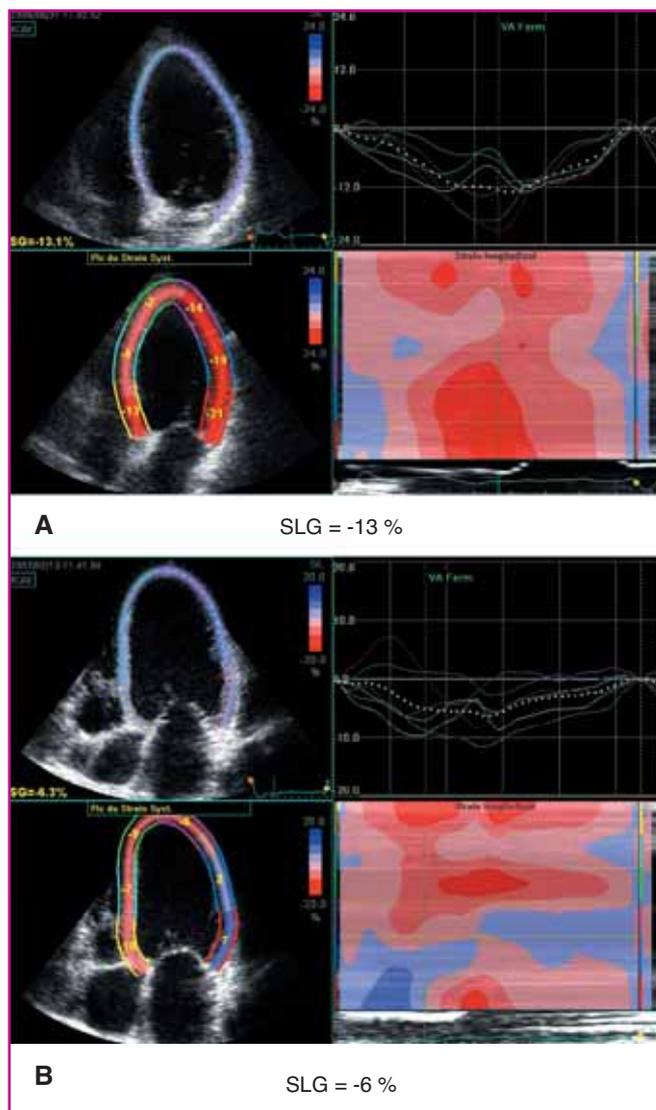


Fig. 4 : Altération initiale de la fonction longitudinale ventriculaire gauche globale moins prononcée chez un patient "super-répondeur" (A) que chez un patient "non-répondeur" à la resynchronisation biventriculaire (B) (Réant, Zaroui et al.).

monaire chronique ont été étudiés et suivis pendant 14 mois. En cas de rapport E/E^{tricuspid} > 7,3, la survie était de 75 % contre 97,6 % si ce rapport était < 7,3. Cela souligne l'importance pronostique que peut avoir la dysfonction diastolique ventriculaire droite.

>>> L'équipe bordelaise (Iriart *et al.*, abstract 4558) a présenté un travail de validation de la fraction d'éjection ventriculaire droite en échographie 3D versus imagerie par résonance magnétique chez des sujets contrôles et chez des patients opérés d'une tétralogie de Fallot. La corrélation était bonne, notamment dans l'évaluation des volumes mais aussi

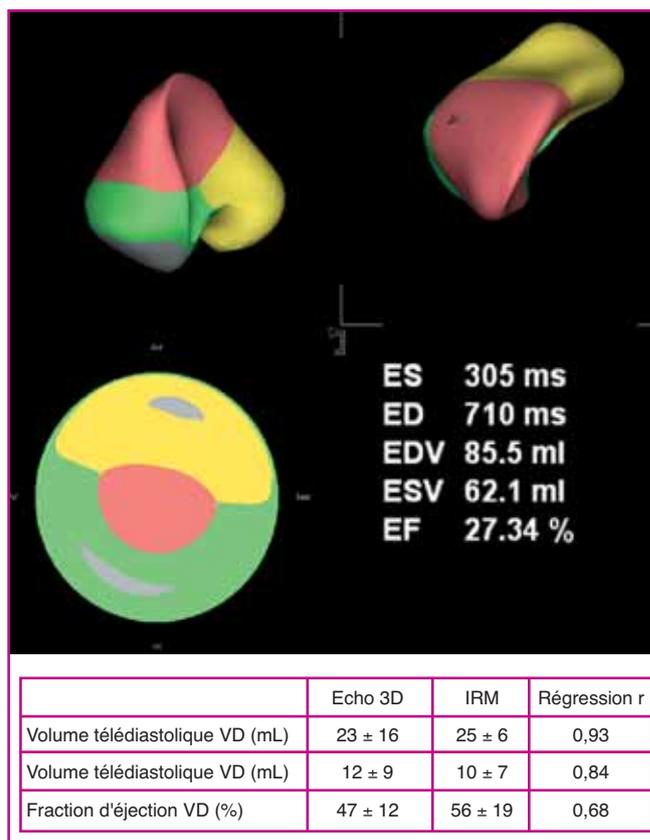


Fig. 5 : Corrélation de l'analyse 3D de la fonction systolique et des volumes du ventricule droit (VD) en échocardiographie versus imagerie par résonance magnétique (Iriart et al.).

de la fraction d'éjection (fig. 5). Cela pourrait permettre de suivre l'évolution des volumes et de la fonction ventriculaire droite chez les patients opérés d'une tétralogie de Fallot avec une insuffisance pulmonaire afin d'évaluer le moment optimal pour effectuer une revalvulation.

■ OREILLETES

L'équipe de Boston (Evangelista, Pandian *et al.*, abstract 4726) a réalisé une étude d'évaluation volumique 3D de l'oreillette gauche (fig. 6) chez 32 patients en insuffisance cardiaque évoluée avec comparaison à la pression capillaire pulmonaire moyenne obtenue par cathétérisme. La fraction d'éjection ventriculaire gauche moyenne était de 23 ± 8 %. Le volume maximal de l'oreillette gauche était de 101 ± 38 mL, soit 50 ± 16 mL/m². Le volume minimal de l'oreillette gauche était de 76 ± 37 mL, soit 38 ± 16 mL/m². La pression capillaire pulmonaire moyenne était de 21 ± 8 mmHg. Les corrélations entre la pression capillaire pulmonaire moyenne et les volumes de l'oreillette étaient: r = 0,193 (p = 0,28), r = 0,25 (p = 0,16),

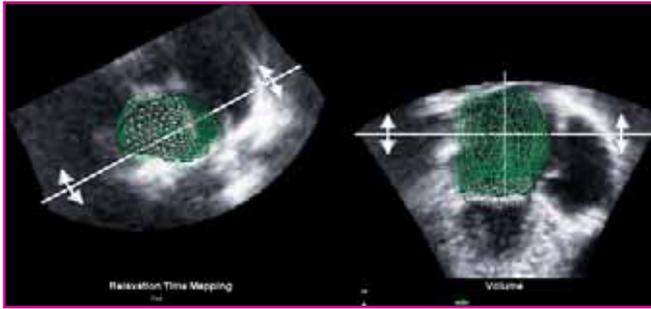


Fig. 6 : Quantification des volumes de l'OG en échocardiographie 3D.

$r = 0,24$ ($p = 0,17$) et $r = 0,31$ ($p = 0,08$), respectivement. Aussi dans cette étude, en présence d'une insuffisance cardiaque avancée, les volumes de l'oreillette gauche n'étaient pas significativement corrélés à la pression capillaire pulmonaire moyenne.

■ VALVULOPATHIES

Les présentations traitant des valvulopathies ont été riches en enseignement.

>>> A ce titre, l'équipe de Québec (Pibarot et Dumesnil, abstract 1128) a beaucoup marqué les esprits au sujet de la prise en charge de la sténose aortique serrée avec "faible gradient" selon que la fraction d'éjection ventriculaire gauche est préservée ou non ($< 40\%$). En effet, en cas de fraction d'éjection $< 40\%$, il est important de déterminer s'il existe une réserve contractile (augmentation du volume éjecté $> 20\%$) et si la sténose est réellement serrée (compliance valvulaire) sous faibles doses de dobutamine IV. A l'opposé, en cas de faible

gradient transvalvulaire aortique ($< 30-40$ mmHg) mais de surface valvulaire $< 1,0$ cm² et de fraction d'éjection ventriculaire gauche préservée, l'existence d'un faible volume éjectionnel (< 50 mL ou < 35 mL/m² SC) avec petits volumes ventriculaires associée à une hypertrophie importante est en faveur d'un rétrécissement aortique serré. L'échographie d'effort peut également aider à guider la prise en charge en cas d'absence de symptômes cliniques rapportés par le patient, notamment si le gradient augmente de manière importante ou si la fonction systolique ventriculaire s'altère à l'exercice (Hachicha Z. *et al.*).

>>> Une équipe d'Oslo (Smedsrud *et al.*, abstract 2251) a montré qu'il existe des signes de détérioration précoce de la fonction systolique ventriculaire gauche dans l'insuffisance aortique chronique à l'aide de l'analyse des déformations en strain par speckle tracking (2D strain). Elle a étudié 36 patients ayant une insuffisance aortique chronique référés pour chirurgie valvulaire et les a comparés à 31 sujets sains appariés en âge. Le strain longitudinal global était évalué en préopératoire en incidence apicale, de même que les diamètres, les volumes et la fraction d'éjection ventriculaire gauche. Les dimensions ventriculaires gauches étaient plus importantes en cas d'insuffisance aortique chronique sévère (67 ± 9 mm de diamètre télédiastolique vs 50 ± 5 mm ; $p < 0,001$), 45 ± 9 mm de diamètre télésystolique vs 32 ± 4 mm ($p < 0,001$). Cependant, la déformation circonférentielle et la fraction d'éjection ne différaient pas entre les groupes ($58 \pm 7\%$ vs $59 \pm 6\%$, $p = ns$). Quant au strain longitudinal global, il était significativement diminué à $-17,4 \pm 3\%$ (vs $-22 \pm 1,8\%$ chez les sujets sains, $p < 0,001$) avant chirurgie (fig. 7). L'analyse de la déformation longitu-

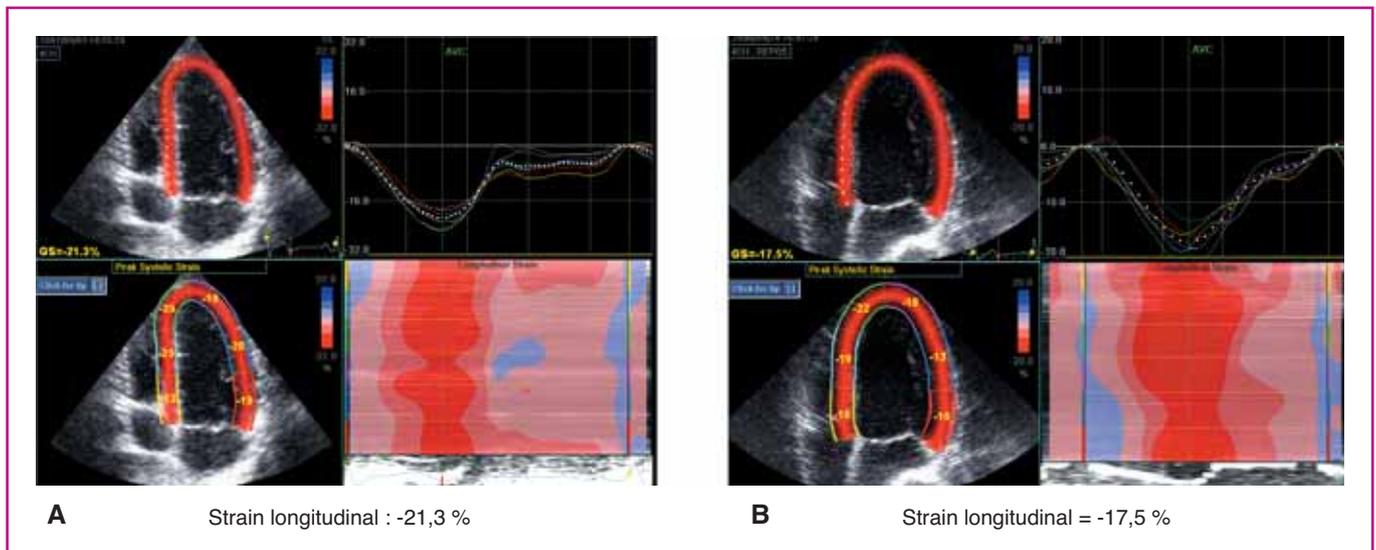


Fig. 7 : Strain longitudinal chez un sujet contrôle sain (A) et chez un patient ayant une insuffisance aortique sévère (B).

dinale globale pourrait ainsi être un marqueur précoce de dysfonction ventriculaire gauche et guider à la chirurgie. Cela nécessite des études de plus grande ampleur.

>>> L'équipe belge de Louvain (J.L. Vanoverschelde *et al.*) a présenté les résultats de son expérience en matière de réparation chirurgicale aortique avec assistance par l'analyse en échocardiographie transœsophagienne et par le scanner pour apprécier le mécanisme et la sévérité de la fuite valvulaire qui sont des informations cruciales pour la prise en charge thérapeutique, notamment chirurgicale, des patients. 42 patients (34 hommes, âgés de 54 ± 11 ans) ont été investigués en préopératoire en échocardiographie transthoracique, en échocardiographie transœsophagienne et au scanner. Le mécanisme de l'insuffisance aortique était déterminé : type I : dilatation de l'anneau, type II : prolapsus de cusp, type III : mouvement restrictif de cusp. La corrélation concernant la sévérité de la fuite était bonne entre le scanner et la surface de l'orifice régurgitant quantifiée en ETO ($r = 0,87$, $p < 0,001$) avec cependant une surestimation au scanner. 21 patients présentaient un mécanisme de type I, 17 de type II et 4 de type III. La corrélation concernant le mécanisme entre scanner et ETO était bonne ($k = 0,80$). C'était cependant le scanner qui permettait au mieux de préciser le mécanisme de la fuite aortique. Les résultats de la chirurgie réparatrice seraient significativement meilleurs dans les types I et II que dans les types III.

>>> L'équipe de la Mayo Clinic (T. Le Tourneau, M. Enriquez-Sarano *et al.*, abstract 2291) a rapporté le volume atrial indexé $> 60 \text{ mL/m}^2$ de surface corporelle comme un facteur prédictif indépendant dans l'évolution des patients avec insuffisance mitrale organique.

>>> Dans l'insuffisance mitrale sévère asymptomatique ($n = 23$, volume régurgitant $> 65 \text{ mL}$), un travail de l'université de Bucarest (Vinereanu *et al.*, abstract 4696) a montré que l'altération des vitesses longitudinales systoliques et du strain longitudinal en speckle tracking sont prédictifs de dégradation de la fraction d'éjection ventriculaire gauche $> 10 \%$ en postopératoire. En analyse multivariée, un pic de vitesse systolique en Doppler tissulaire sur la paroi latérale ventriculaire gauche $< 9,2 \text{ cm/s}$ avait une sensibilité et une spécificité de 100% pour prédire une réduction de la fraction d'éjection ventriculaire $> 10 \%$ en postopératoire. Avec le strain longitudinal, il représentait le principal critère indépendant ($r = 0,81$, $p < 0,001$; et $r = 0,89$, $p < 0,05$, respectivement) de dégradation significative de la fraction d'éjection ventriculaire gauche en postopératoire. Ces analyses pourraient permettre un meilleur timing dans la décision chirurgicale.



■ ECHOCARDIOGRAPHIE DE STRESS

Un travail de l'université italienne de Palerme (Fattouch *et al.*, abstract 2290) a évalué l'évolution clinique sur 5 ans ainsi que les paramètres échocardiographiques au repos et à l'exercice chez 176 patients ayant une insuffisance mitrale chronique et qui ne nécessitent que des pontages coronaires. Un test d'effort a été réalisé chez les 74 % de survivants à la fin du suivi pour évaluation de l'insuffisance mitrale et des pressions pulmonaires systoliques. Au cours du suivi, la chirurgie coronaire a permis une réduction de l'insuffisance mitrale chez 30 % des patients. Les prédicteurs de décès à distance de la chirurgie étaient un stade NYHA \geq III, un diamètre télé-diastolique ventriculaire gauche $\geq 60 \text{ mm}$ ($p < 0,01$), une fraction d'éjection ventriculaire gauche $\leq 40 \%$ ($p < 0,01$), une surface de tenting $\geq 18 \text{ mm}^2$ ($p < 0,01$) et une PAPS $\geq 50 \text{ mmHg}$. Après chirurgie, seul le grade de l'insuffisance mitrale majoré à l'exercice était un facteur d'insuffisance cardiaque indépendamment du grade de l'insuffisance mitrale au repos.

■ CONCLUSION

Bien que moins dense que les années précédentes, les sessions d'échocardiographie, en s'appuyant principalement sur les nouvelles techniques, comme l'analyse des déformations, continuent l'exploration des pathologies cardiaques avec plus de précision et de fiabilité, et de réelles applications cliniques à intégrer pour la prise en charge des patients. ■

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