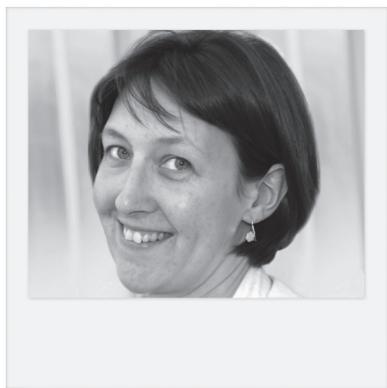


Échocardiographie : quoi de neuf ?



→ C. MEULEMAN
Service de Cardiologie
Clinique Rhône-Durance, AVIGNON.

Valeurs de référence normales en échocardiographie

La disponibilité de valeurs normales de référence pour la quantification des cavités cardiaques est un prérequis pour une évaluation échocardiographique précise. Deux études récentes multicentriques ont rapporté les valeurs de référence dans une large population de sujets sains. La première étude [1] a inclus un groupe de 734 volontaires sains (âge moyen : $45,8 \pm 13,3$ ans, 320 hommes et 414 femmes) dans 22 centres internationaux. Les femmes avaient une surface corporelle significativement plus petite et une pression artérielle plus basse. La qualité de l'imagerie était bonne à excellente chez la majorité des patients. Les limites de référence supérieure et inférieure étaient plus élevées chez l'homme en comparaison avec la femme. Les

valeurs de référence variaient avec l'âge. Ces modifications liées à l'âge persistent après normalisation par la surface corporelle. Cette étude donne donc des valeurs échographiques 2D de référence et met en évidence la nécessité d'indexation selon la surface corporelle qui doit être effectuée en même temps que l'évaluation selon l'âge et le sexe.

La deuxième étude [2] est une méta-analyse des mesures échocardiographiques du cœur gauche dans une large cohorte internationale ayant pour but le développement de valeurs de référence normales : the *Echocardiographic Normal Ranges Meta-Analysis of the Left heart* (EchoNoRMAL), les données de 43 études ont été analysées représentant 51 222 patients, dont 22 404 adultes âgés de 18 à 80 ans sans pathologie clinique cardiovasculaire ou rénale, HTA ou diabète. Une méthode de régression quantile ou régression paramétrique appropriée ont été utilisées pour calculer les valeurs de référence au 5^e et 95^e percentiles de chaque mesure.

Le but de cet autre travail [3] était d'obtenir les valeurs de référence des volumes indexés minimal et maximal de l'oreillette gauche (maxLAVi et minLAVi) selon la méthode des disques dans un échantillon de population de 168 sujets (127 hommes et 41 femmes) sans pathologie cardiovasculaire ou autre facteur associé à une dilatation OG. MaxLAVi était indépendant de l'âge et du sexe avec des limites de référence (moyenne $\pm 1,96$ DS) de 15-37 mL/m². MinLAVi était corrélé avec l'âge, les limites de référence estimées étaient de 3-15 et 7-23 mL/m² chez les patients de 40 et 80 ans, respectivement. En

se basant sur les valeurs de référence de l'Association européenne d'Imagerie cardiovasculaire, moins de 5 % de la population avaient une possible dysfonction diastolique préclinique.

Les récentes recommandations des sociétés européennes et américaines d'échographie cardiaque sur le 3D publiées en 2013 précisaient que les valeurs normales des paramètres ventriculaires gauches selon l'âge et la surface corporelle restaient à déterminer. La mesure des paramètres VG en 3D a été réalisée dans un travail [4] chez 226 sujets sains (125 femmes, âge 18-76 ans) et comparée aux mesures 2D. Les valeurs de référence supérieures (moyenne : +2 DS) pour les volumes télédiastolique et télésystolique VG en 3D étaient 85 et 34 mL/m² chez l'homme et 72 et 28 mL/m² chez la femme, respectivement. L'indexation des volumes à la surface corporelle n'élimine pas la différence entre les deux sexes. Les valeurs inférieures de référence (moyenne : -2 DS) étaient pour la FEVG de 54 % chez l'homme et de 57 % chez la femme et, pour le volume d'éjection systolique, de 25 et 24 mL/m², respectivement. Les valeurs supérieures de référence pour la masse VG étaient de 97 g/m² chez l'homme et de 90 g/m² chez la femme, et l'indice de sphéricité était de 0,49 et de 0,48, respectivement. Les volumes 3D étaient plus importants, la FEVG similaire et le volume d'éjection systolique et la masse VG plus petits en comparaison avec les valeurs obtenues en échocardiographie conventionnelle (**fig. 1**).

Les valeurs de référence du 2D *strain* sont déjà connues, variables selon l'âge,

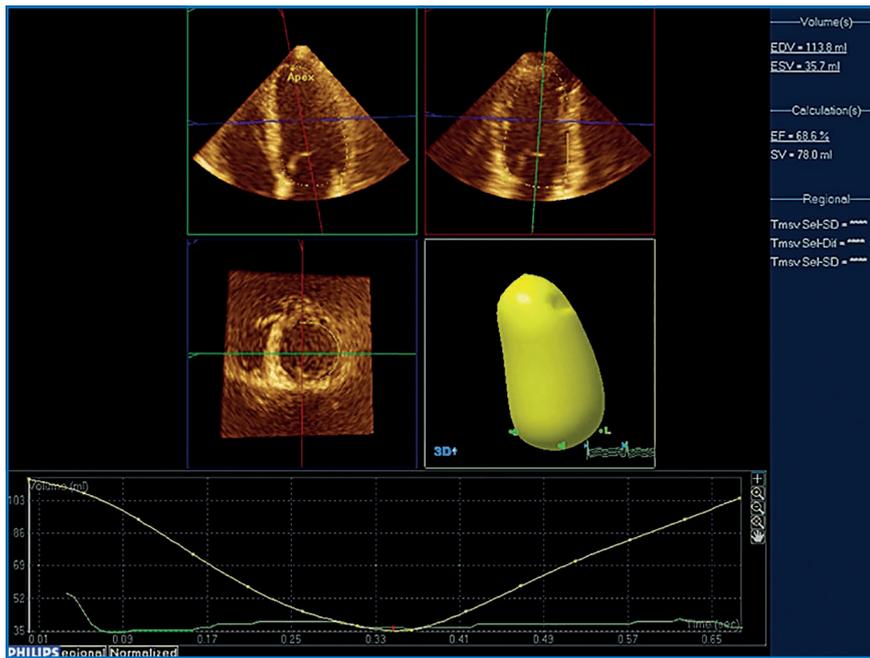


FIG. 1 : Évaluation des volumes et de la FEVG en 3D.

le sexe et le constructeur. Les valeurs de référence du *strain* longitudinal (3DLe), *strain* circonférentiel (3DCe), *strain* radial (3DRe), et *strain* de surface (3DAe) ont été mesurées en 3D chez 265 volontaires sains (âge : 18-76 ans ; 57 % de femmes) [5]. La mesure du *strain* VG a aussi été réalisée en 2D et une mesure 3D par un *software* indépendant pour comparaison. Les valeurs de référence (limite inférieure de la normale) étaient de -17 % à -21 % (-15 %) pour 3DLe, de -17 % à -20 % (-14 %) pour 3DCe, de -31 % à -36 % (-26 %) pour 3DAe, et de 47 % à 59 % (38 %) pour 3DRe. Le 3D *strain* longitudinal diminue, tandis que le *strain* 3DCe augmente avec l'âge ($p < 0,003$). Les hommes avaient un 3DLe, 3DRe, 3DAe et un 2D *strain* longitudinal plus bas que les femmes ($p < 0,02$). Les paramètres de *strain* VG 3D étaient aussi influencés par les volumes et la masse VG, la qualité d'imagerie et la résolution temporelle ($p < 0,02$). Les valeurs de référence obtenues en 2D étaient de -20 % à -23 % (-18 %) pour le 2D *strain* longitudinal, de -20 % à -24 % (-17 %) pour le 2D

strain circonférentiel et de 39 % à 54 % (28 %) pour le 2D *strain* radial ($p < 0,001$ vs 3D STE). Des différences significatives des valeurs de 3DCe et de 3DRe ont été obtenues avec le *software* indépendants vs 3D STE ($p < 0,001$). Chez le sujet sain, les valeurs de 3D *strain* sont donc influencées par des facteurs démographiques, cardiaques et techniques. Les limites de normalité 3D *strain* VG ne doivent pas être utilisées de façon interchangeable avec les valeurs 2D ou 3D avec un *software* indépendant.

Échographie cardiaque et valvulopathies

1. Échographie cardiaque et TAVI

La mesure de l'anneau aortique est cruciale pour le succès du TAVI. Les mesures ETT, ETO et scanner (mesuré en scanner en trois cavités, équivalent de l'incidence à 120° en ETO) du diamètre de l'anneau aortique ont été comparées chez 129 patients consécutifs adressés pour un TAVI pour un RAC

serré [6]. Le diamètre mesuré en 3D au scanner et le diamètre moyen (DM moyenne du grand axe et petit axe) pondéré en insistant sur le poids du petit axe (MD4 [3 petit axe + grand axe/4]; ICC, 0,76) et MD5 [4 petit axe + grand axe/5; ICC, 0,75]) avaient la meilleure corrélation avec les mesures ETO ($\kappa = 0,47, 0,27$ et $0,31$ respectivement). Même si les mesures échographiques et scanner sont bien corrélées, elles ne sont pas identiques. L'agrément entre le scanner et l'ETO varie avec l'indice d'excentricité du diamètre de l'anneau aortique et le degré de calcifications aortiques. Les mesures échographiques et scanographiques ne sont donc pas interchangeables.

Le scanner semble être la meilleure méthode d'évaluation du diamètre aortique, comme dans cette étude multicentrique et prospective [7] dans laquelle moins de fuites paraprotétiques étaient observées quand l'évaluation était basée sur une mesure scanner plutôt que ETO, mais la place de l'échocardiographie 3D semble prometteuse. C'était donc le but de ce travail d'évaluer chez 100 patients consécutifs, adressés pour un TAVI, la faisabilité et la performance de la mesure en ETT 3D des dimensions de la valve aortique en comparaison avec le scanner [8]. La faisabilité était de 90 % pour le scanner et de 91 % pour l'ETT 3D avec une qualité d'image suffisante chez 47 patients, bonne chez 46 et optimale chez 7 patients. Chez 81 patients les mesures 3D du diamètre maximal, minimal de l'anneau aortique et de la surface étaient reproductibles et l'agrément dans le choix de la prothèse entre 3D et scanner était très bon ($\kappa = 0,84$; $p < 0,001$), alors qu'il était faible entre le 2D et le scanner ($\kappa = 0,36$; $p < 0,001$). L'ETT 3D est donc faisable et pourrait être une alternative au scanner dans le choix de la prothèse.

La présence d'une insuffisance aortique résiduelle post-TAVI est associée à une

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

augmentation de la mortalité. Une étude [9] s'est intéressée, parmi 1 432 patients inclus dans le registre TAVI allemand, aux 201 patients (15,2 %, âge moyen $81,2 \pm 6,6$ ans, 55 % d'hommes) qui avaient une IA évaluée angiographiquement au moins modérée. L'EuroSCORE moyen était de 22 ± 15 %. À 1 an, 61 (31 %) des patients ayant une IA au moins modérée sont décédés. Utilisant la régression de Cox, une insuffisance mitrale ≥ 2 + (HR: 1,77; IC 95 % : 1,05-2,99; $p = 0,03$) et la PAPs (HR: 1,15; IC 95 % : 1,01-1,33; $p = 0,04$) était indépendamment associée à la mortalité à 1 an alors que le sexe féminin était protecteur (HR: 0,54; IC 95 % : 0,30-0,96; $p = 0,03$).

2. Échographie cardiaque et IM

Un travail multicentrique français [10] s'est intéressé à l'évaluation de la fraction de régurgitation mitrale en utilisant les volumes obtenus en 3D pour quantifier l'IM. Chez 66 patients en rythme sinusal, la fraction de régurgitation a été calculée en utilisant les volumes calculés en 2D et 3D: volume d'éjection VG-volume d'éjection aortique (Doppler)/volume d'éjection VG. 66 patients avec une FEVG > 50 % sans IM ont été aussi étudiés. La faisabilité de l'évaluation 3D était de 90 % chez les patients avec une IM. La concordance interobservateur pour la quantification de l'IM en 4 grades était excellente ($\kappa = 0,90$; $p < 0,0001$). Une corrélation significative était observée entre le grade de sévérité de l'IM et la fraction de régurgitation 3D ($r = 0,83$; $p < 0,0001$) et 2D ($r = 0,74$; $p < 0,0001$). Tous les patients avec une FR 3D ≥ 40 % avaient une IM $\geq 3+$ ou 4+ et ceux avec une 3D FR ≤ 30 % avaient une IM 1+ ou 2+ avec une zone "grise" entre 30 et 40 %. La fraction de régurgitation peut donc être déterminée en routine en utilisant les volumes 3D avec une bonne faisabilité chez des patients avec une IM, et est fiable dans la quantification de l'IM.

Dans les recommandations, la dilatation VG est une indication de chirurgie chez les patients asymptomatiques avec une IM, mais les mesures TM et 2D ont des limites. Le but de cette étude [11] était de déterminer la valeur de l'échographie 3D pour prédire la survie postopératoire après chirurgie mitrale. Une mesure 3D du VG a été réalisée chez 67 patients avec une IM importante asymptomatique ou peu symptomatique (69 % hommes, âge moyen 62 ± 13 ans) et une chirurgie mitrale entre janvier 2010 et décembre 2011. Une dysfonction VG postopératoire est apparue chez 15 patients (22 %) et 21 patients (31 %) ont développé une fibrillation auriculaire postopératoire (suivi médian 1 mois, 0-8 mois). Il n'y avait pas d'association entre le volume télésystolique indexé 2D et la survenue d'événements (HR: 1,02; $p = 0,18$). La FA ou la dysfonction VG postopératoire était associée avec le volume télésystolique indexé (HR: 1,06; IC 95 % : 1,04-1,16), indépendamment de l'âge et de la présence d'une coronaropathie. Un LVESVi ≥ 40 mL/m² était la meilleure valeur *cutoff* pour prédire les événements postopératoires (sensibilité: 80 %; spécificité: 85 %).

Un travail [12] s'est intéressé aux calcifications annulaires mitrales avant chirurgie de prolapsus valvulaire mitral. 410 patients consécutifs ont été inclus, des calcifications annulaires mitrales (CAM) ont été observées chez 99 patients (24 %). Ces CAM étaient également réparties entre les groupes maladie de Barlow et dégénérescence fibroélastique, alors que les patients avec une dégénérescence fibroélastique étaient plus âgés, avec plus de facteurs de risque cardiovasculaire. La localisation principale des calcifications est annulaire adjacente à P2 (75 %), à P1 (31 %) et à P3 (35 %). La présence de CAM affecte la chirurgie dans les deux groupes (8 % patients avec CAM ont eu un remplacement après une tentative de plastie vs 3 % en l'absence de CAM).

La réactualisation cette année des recommandations américaines [13] sur la prise en charge des patients avec valvulopathie permet de rappeler le rôle incontournable de l'échocardiographie, que ce soit pour le diagnostic, le suivi, le retentissement et la prise en charge des valvulopathies.

Cœur et chimiothérapie

Un consensus d'experts européens et américains vient tout juste d'être publié sur l'évaluation cardiologique pendant et après la chimiothérapie [14]. L'évaluation repose avant et pendant la chimiothérapie sur la mesure de la FEVG, préférentiellement en 3D. En effet, dans un travail [15] comparant dans le suivi d'une chimiothérapie les différentes techniques échocardiographiques d'évaluation de la fonction systolique VG (2D avec et sans contraste, triplan avec et sans contraste, 3D avec et sans contraste), la mesure 3D temps réel de la FEVG était la plus robuste et la plus reproductible. Le consensus d'experts préconise, dans le bilan initial, en plus de la mesure de la FEVG, la mesure du *strain* global longitudinal et le dosage de la troponine. En cas de FEVG < 53 %, de *strain* global longitudinal supérieur aux limites de la normale ou de troponine positive, une consultation de cardiologie est recommandée. En cas de traitement par anthracyclines (cardiotoxicité de type 1, dose-dépendante), un suivi en fin de traitement et 6 mois après est recommandé. Si la dose excède 240 g/m², la mesure de FEVG, *strain* global longitudinal et troponine est recommandée avant chaque dose additionnelle de 50 mg/m². En cas de traitement par trastuzumab (cardiotoxicité de type 2), un suivi tous les 3 mois durant le traitement est préconisé.

De nombreuses études ont montré que, dans l'évaluation de la cardiotoxicité des chimiothérapies, le *strain* global longitudinal était un marqueur pré-

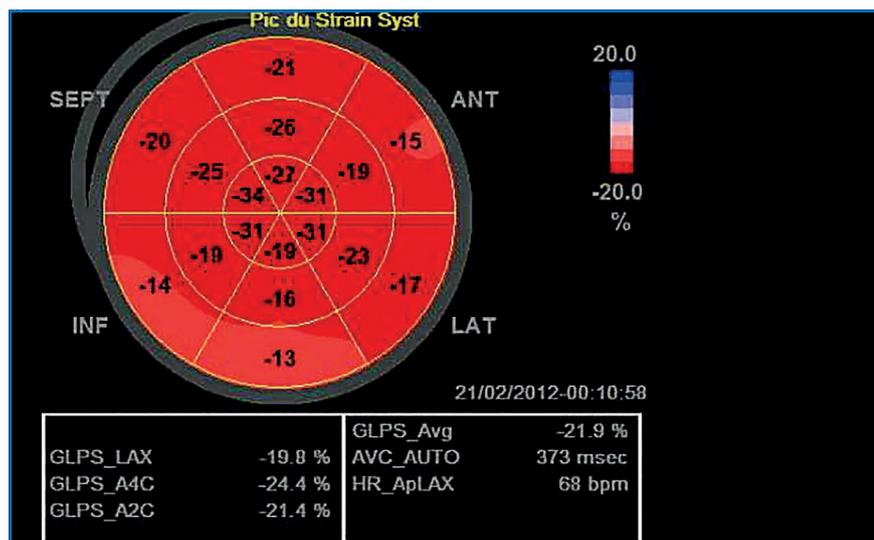


Fig. 2 : Œil de bœuf d'un *strain* global longitudinal normal à $-21,9\%$.

coce et sensible de la dysfonction VG. Un seuil de -19% a été proposé, mais c'est surtout la diminution au cours du traitement par rapport à la valeur initiale qui doit alerter, pouvant même faire discuter un traitement par bêtabloquant ou inhibiteur de l'enzyme de conversion. Un travail récent [16] a en effet étudié la mesure du *strain* global longitudinal chez 159 patients (49 ± 14 ans, 127 femmes) recevant des anthracyclines (groupe A, $n = 53$), du trastuzumab (groupe T, $n = 61$) ou du trastuzumab après anthracyclines (groupe AT, $n = 45$) (fig. 2). Le Δ FEVG était similaire dans les trois groupes, mais la diminution du *strain* global longitudinal était plus importante dans le groupe AT (groupe A: $0,7 \pm 2,8\%$; groupe T: $1,1 \pm 2,7\%$; groupe AT: $2,0 \pm 2,3\%$; $p = 0,003$). Parmi les 52 patients qui avaient une diminution du *strain* global longitudinal $\geq -11\%$, 24 ont été traités par bêtabloquant à la discrétion du prescripteur. Le *strain* global longitudinal a augmenté dans le groupe bêtabloquant (de $-17,6 \pm 2,3$ à $-19,8 \pm 2,6\%$; $p < 0,001$) et non dans le groupe non traité (de $-18,0 \pm 2,0$ à $-19,0 \pm 3,0\%$; $p = 0,08$).

Une revue de la littérature récente de l'équipe de Marwick [17] portant sur

1504 patients a confirmé l'intérêt de la mesure du *strain* global longitudinal dans le suivi et après une chimiothérapie cardiotoxique. Une réduction précoce de 10% à 15% du *strain* global longitudinal évalué par *speckle-tracking* apparaît être le paramètre le plus utile pour prédire la cardiotoxicité.

À signaler aussi la publication en 2013 d'un consensus d'experts européens et américains sur les complications cardiovasculaires de la radiothérapie [18].

Fonction diastolique

La réponse de la fonction diastolique à l'effort a été évaluée dans une étude prospective chez 40 jeunes non athlétiques et 20 athlètes de moins de 40 ans [19]. Les athlètes avaient au repos des cavités cardiaques plus larges et un e' latéral au repos plus élevé ($18,1 \pm 2,7$ vs $16,3 \pm 3,3$ cm/s; $p = 0,02$). À l'effort, l'onde E mitrale (141 ± 15 vs 132 ± 15 cm/s; $p = 0,02$) et le e' latéral ($23,5 \pm 2,5$ vs $21,4 \pm 3,0$ cm/s; $p = 0,01$) étaient plus élevés chez les athlètes avec une modeste augmentation à l'effort du rapport E/ e' septal (pour l'ensemble de $6,8 \pm 1,3$ à $7,2 \pm 1,2$; $p = 0,02$) et latéral

(pour l'ensemble de $5,0 \pm 0,8$ à $6,2 \pm 0,9$; $p < 0,0001$), mais sans différence significative entre les athlètes et les non sportifs. À l'effort le rapport E/ e' augmente donc mais reste dans les valeurs normales chez les sujets sains, et la réponse à l'effort ne diffère pas entre les athlètes et les non sportifs.

Une étude de la Pitié-Salpêtrière a montré qu'un volume OG > 33 mL/m² semble aider à prédire une élévation anormale des pressions de remplissage VG à l'effort [20]. Chez 90 patients ($58,6 \pm 10,8$ ans; 74 hommes), le volume OG indexé était corrélé au rapport E/ e' au repos ($r = 0,37$; $p = 0,003$), mais la corrélation était meilleure à l'effort ($r = 0,54$; $p < 0,0001$). En analyse multivariée, l'âge, le volume télédiastolique indexé, la FEVG et le rapport E/ e' à l'effort étaient des déterminants indépendants du volume OG indexé ($R^2 = 0,47$; $p < 0,0001$). Les 11 patients avec un rapport E/ e' > 13 à l'effort, comparés avec le reste de la population, étaient plus âgés et ont réalisé un effort moindre. Le volume OG indexé > 33 mL/m² prédisait une élévation des pressions de remplissage à l'effort avec une sensibilité de 91% et une spécificité de 78% . Aucun des patients ayant un volume OG indexé < 26 mL/m² ($n = 31$; 34%) n'avait un rapport E/ e' à l'effort > 13 .

Le rapport E/ e' recommandé et largement utilisé dans l'évaluation non invasive des pressions de remplissage VG a été récemment discuté en cas d'insuffisance cardiaque avancée ou de FEVG préservée. Une étude européenne prospective multicentrique observationnelle EURO FILLING [21] a donc débuté dans le but de valider le rapport E/ e' et d'autres paramètres non invasifs comme le *strain* global longitudinal VG et le *strain* global atrial vs une évaluation hémodynamique simultanée chez une large population de patients avec et sans insuffisance cardiaque. On attend les résultats de cette étude avec impatience.

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

Aorte

Une étude [22] a comparé les mesures de l'aorte ascendante au niveau de l'anneau aortique, de la jonction sinotubulaire et de l'aorte tubulaire (1 cm après la JST) en comparant la mesure bord d'attaque à bord d'attaque (LE) et bord interne à bord interne (IE) en télédiastole et en télésystole chez 218 volontaires sains (56 % femmes, 42 ± 15 ans, 18-80 ans) (fig. 3). La faisabilité des mesures entre télédiastole et télésystole était similaire pour l'anneau aortique et la JST, mais significativement différente pour l'aorte tubulaire (82 vs 96 % respectivement, $p < 0,0001$). Les diamètres de l'aorte indexés à la taille étaient plus grands chez les hommes ($p < 0,0001$). Après ajustement sur le sexe, seuls l'âge et la surface corporelle étaient des prédicteurs indépendants des diamètres de l'aorte ascendante en analyse multivariée. La moyenne des mesures bord interne télédiastoliques, indexées à l'anneau aortique, à la JST et à l'aorte tubulaire était similaires chez les hommes et les femmes (17 ± 2 , 15 ± 2 et 15 ± 2 mm/m², respectivement). Les mesures correspondantes mais bord d'attaque étaient de 18 ± 2 , de 16 ± 2 et de 17 ± 4 mm/m², respectivement. En moyenne, les mesures télésystoliques/bord d'attaque étaient 2 mm plus grandes que celles mesurées au bord interne ou en télédiastole. Les auteurs rappellent qu'il faut utiliser les valeurs

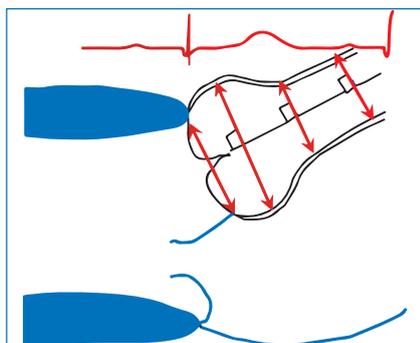


FIG. 3 : Mesures des diamètres aortiques selon les recommandations.

de référence selon le genre et indexées à la surface corporelle pour identifier les pathologies de l'aorte ascendante.

Un travail français de N. Hammoudi avec A. Cohen [23] a évalué l'apport de l'ETO 3D dans la caractérisation des plaques d'athérome de l'aorte thoracique descendante chez 82 patients. À partir des données 3D, trois types de

plaques ont été définis selon leurs caractéristiques (surface et contours). Parmi les 192 plaques d'athérome trouvées en 2D, 189 (98,4 %) ont aussi été identifiées en 3D. Pour la caractérisation des plaques, l'agrément était bon entre ETO 2D et les données 2D extraites du 3D, avec le mode reconstruction multiplan 83,6 % ($k = 0,69$) pour l'épaississement et 82,5 % ($k = 0,72$) pour le degré

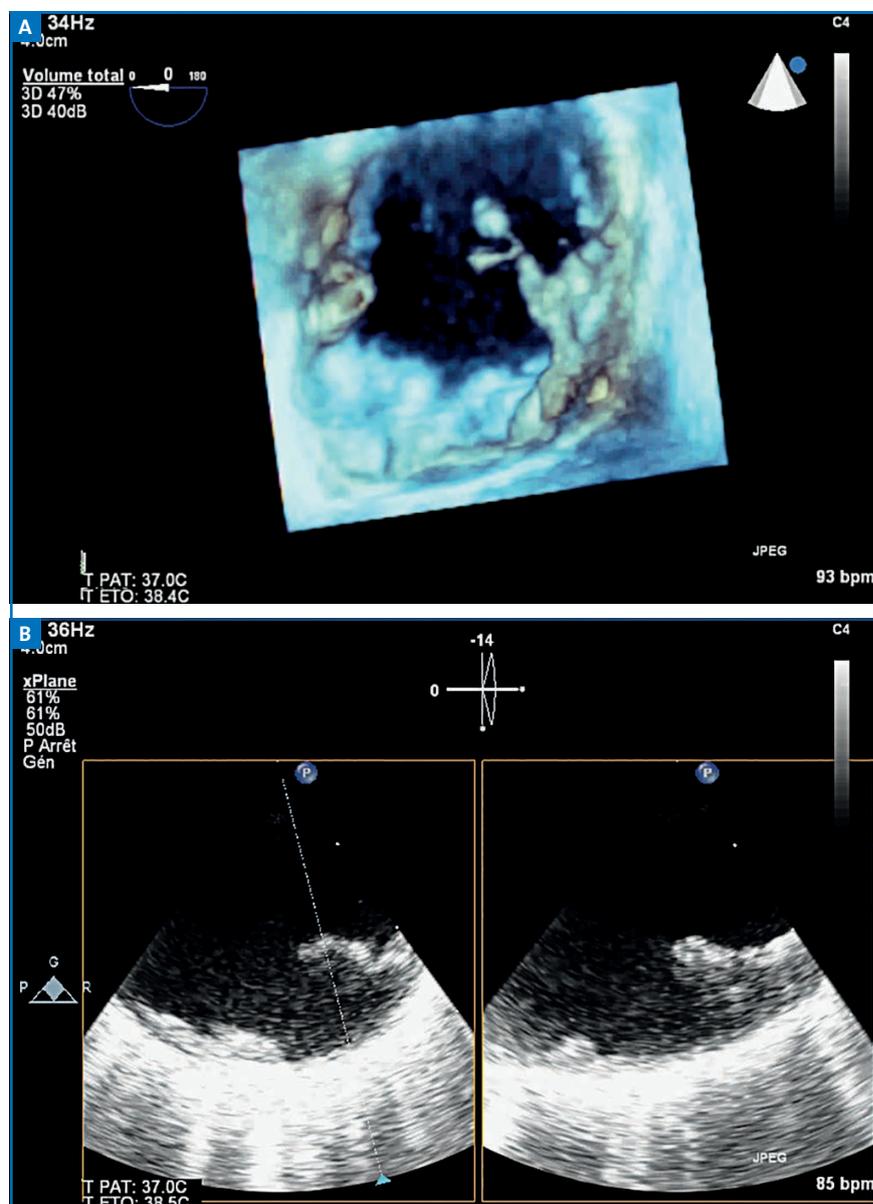


FIG. 4 : ETO 3D multiplan et 3D live d'un athérome aortique très mobile.

de calcification. Toutes les ulcérations (n = 13) et les débris mobiles (n = 3) vus en 2D ont aussi été identifiés en 3D. Trois types de plaques ont été identifiés: type I les plaques sont fines et rarement calcifiées, type III: les plaques sont épaisses et souvent calcifiées et le type II présente des caractéristiques intermédiaires. Il existe un chevauchement entre les trois groupes, et la morphologie 3D ne peut pas être prédite à partir du 2D. L'ETO 3D est donc une méthode réalisable pour l'analyse des plaques d'athérome et donne en plus de l'analyse conventionnelle une nouvelle approche morphologique de l'athérome aortique (fig. 4).

Bibliographie

1. KOU S, CABALLERO L, DULGHERU R *et al.* Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: results from the NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014;15:680-690.
2. Echocardiographic Normal Ranges Meta-Analysis of the Left heart (EchoNoRMAL) Collaboration. Collaborators (62). A meta-analysis of echocardiographic measurements of the left heart for the development of normative reference ranges in a large international cohort: the EchoNoRMAL study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014;15:341-348.
3. HENRIKSEN E, SELMERYD J, LEPPERT J *et al.* Echocardiographic assessment of maximum and minimum left atrial volumes: a population-based study of middle-aged and older subjects without apparent cardiovascular disease. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2014 Sept. 12. [Epub ahead of print]
4. MURARU D, BADANO LP, PELUSO D *et al.* Comprehensive analysis of left ventricular geometry and function by three-dimensional echocardiography in healthy adults. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013;26:618-628.
5. MURARU D, CUCCHINI U, MIHAILA S *et al.* Left ventricular myocardial strain by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in healthy subjects: reference values and analysis of their physiologic and technical determinants. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014;27:858-871
6. SERFATY JM, HIMBERT D, ESPOSITO-FARESE M *et al.* Measurement of the aortic annulus diameter using transesophageal echocardiography and multislice computed tomography-are they truly comparable? *Can J Cardiol*, 2014;30:1073-1079.
7. BINDER RK, WEBB JG, WILLSON AB *et al.* The impact of integration of a multidetector computed tomography annulus area sizing algorithm on outcomes of transcatheter aortic valve replacement: a prospective, multicenter, controlled trial. *J Am Coll Cardiol*, 2013;62:431-438.
8. TAMBORINI G, FUSINI L, MURATORI M *et al.* Feasibility and accuracy of three-dimensional transthoracic echocardiography vs multidetector computed tomography in the evaluation of aortic valve annulus in patient candidates to transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014 Sept. 3. [Epub ahead of print]
9. ABDEL-WAHAB M, ZAHN R, GERCKENS U *et al.* German TAVI Registry Investigators. Predictors of 1-year mortality in patients with aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation: an analysis from the multicenter German TAVI registry. *Heart*, 2014 Aug;100(16):1250-1256.
10. MARÉCHAUX S, LE GOFFIC C, ENNEZAT PV *et al.* Quantitative assessment of primary mitral regurgitation using left ventricular volumes: a three-dimensional transthoracic echocardiographic pilot study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014;15:1133-1139.
11. YINGCHONCHAROEN T, NEGISHI T, STANTON T *et al.* Incremental value of three-dimensional echocardiography in the evaluation of left ventricular size in mitral regurgitation: a follow-up study after mitral valve surgery. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014;27:608-615.
12. FUSINI L, GHULAM ALI S *et al.* Prevalence of calcification of the mitral valve annulus in patients undergoing surgical repair of mitral valve prolapse. *Am J Cardiol*, 2014; 113:1867-1873.
13. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease *J Am Coll Cardiol*, 2014;63:e57-e185.
14. PLANA JC, GALDERISI M, BARAC A *et al.* Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: a report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014;15:1063-1093.
15. THAVENDIRANATHAN P, GRANT AD, NEGISHI T *et al.* Reproducibility of echocardiographic techniques for sequential assessment of left ventricular ejection fraction and volumes: application to patients undergoing cancer chemotherapy. *J Am Coll Cardiol*, 2013;61:77-84.
16. NEGISHI K, NEGISHI T, HALUSKA BA *et al.* Use of speckle strain to assess left ventricular responses to cardiotoxic chemotherapy and cardioprotection. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014;15:324-331.
17. THAVENDIRANATHAN P, POULIN F, LIM KD *et al.* Use of myocardial strain imaging by echocardiography for the early detection of cardiotoxicity in patients during and after cancer chemotherapy: a systematic review. *J Am Coll Cardiol*, 2014;63:2751-2768.
18. LANCELLOTTI P, NKOMO VT, BADANO LP *et al.* European Society of Cardiology Working Groups on Nuclear Cardiology and Cardiac Computed Tomography and Cardiovascular Magnetic Resonance; American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Cardiovascular Computed Tomography. Expert consensus for multi-modality imaging evaluation of cardiovascular complications of radiotherapy in adults: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013;26:1013-32. Erratum in: *J Am Soc Echocardiogr*, 2013;26:1305.
19. STUDER BRUENGER AA, KAUFMANN BA, BUSER M *et al.* Diastolic Stress Echocardiography in the Young: A Study in Nonathletic and Endurance-Trained Healthy Subjects. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014 July 30.
20. HAMMOUDI N, ACHKAR M, LAVEAU F *et al.* Left atrial volume predicts abnormal exercise left ventricular filling pressure. *Eur J Heart Fail*, 2014 July 17.
21. GALDERISI M, LANCELLOTTI P, DONAL E *et al.* European multicentre validation study of the accuracy of E/e' ratio in estimating invasive left ventricular filling pressure: EURO-FILLING study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014
22. MURARU D, MAFFESSANTI F, KOCABAY G *et al.* Ascending aorta diameters measured by echocardiography using both leading edge-to-leading edge and inner edge-to-inner edge conventions in healthy volunteers. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014;15:415-422.
23. HAMMOUDI N, IHADDADEN M, LANG S *et al.* Three-dimensional transesophageal echocardiography for descending aortic atheroma: a preliminary study. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2014 July 24. [Epub ahead of print]

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