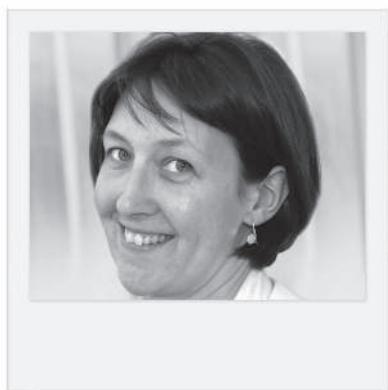


Echocardiographie : quoi de neuf ?



→ C. MEULEMAN,
S. EDERHY, N. HADDOUR,
S. ADAVANE, G. FLEURY,
M. CHARBONNIER,
A. COHEN

Service de Cardiologie,
Hôpital Saint-Antoine, PARIS.

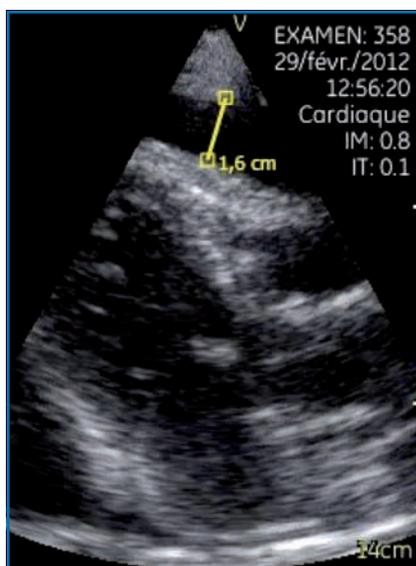


FIG. 1 : Épanchement péricardique, incidence parasternale G grand axe, échographe portable.



FIG. 2 : Le même patient avec un épanchement péricardique, incidence para-sternale G grand axe, échographe conventionnel.

Echographe de poche

L'échographe de poche (300 g) possède une imagerie 2D associée à du Doppler couleur, mais pas de Doppler spectral. Sa profondeur est limitée (< 25 cm) avec un secteur d'angle < 75°. Des mesures de distance et de surface sont réalisables et une numérisation des boucles et images est possible.

Les caractéristiques techniques et la qualité d'imagerie sont suffisantes pour l'évaluation des dimensions et de la fonction ventriculaire gauche et droite, d'un épanchement péricardique (fig. 1 et 2) ou pleural, de la taille et des variations respiratoires de la veine cave inférieure. La présence d'une fuite valvulaire peut être confirmée par le Doppler couleur, mais non quantifiable par les méthodes

conventionnelles en l'absence de Doppler spectral. Des études de validité et de faisabilité ont validé l'échographe de poche en montrant une très bonne faisabilité et corrélation avec l'échocardiographie conventionnelle [1-3]. La corrélation avec l'échocardiographie conventionnelle est cependant variable, de moyenne à très bonne pour un interne en cardiologie et bonne à excellente pour un cardiologue expérimenté [4]. Dans une étude sur 119 patients en USIC, l'échographe de poche au lit du malade (temps moyen d'acquisition 4,4 minutes) a permis de modifier le diagnostic principal de 16 %, de confirmer le diagnostic principal dans 29 % des cas et de mettre en évidence un diagnostic associé important dans 10 % [5].

L'échographe de poche a fait l'objet de recommandations récentes [6]. Les indi-

cations retenues par ces recommandations sont un complément de l'examen physique en unité de soins intensifs et réanimation, un *screening* initial rapide aux urgences, un triage pour préciser les patients qui auront besoin d'une échographie cardiaque conventionnelle et pour l'enseignement. Mais les échographes de poche ne permettent pas un examen échographique complet et donnent donc des indications qui restent limitées. L'examen doit être réalisé par un cardiologue certifié pour l'échographie cardiaque ; sinon, une formation spécifique théorique et pratique est nécessaire pour tous les utilisateurs, limitée aux questions auxquelles peut répondre l'échographe de poche. Le patient doit être informé que l'examen avec un échographe de poche ne remplace pas un examen échocardiographique complet [6].

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

L'échocardiographie 3D

1. Recommandations pour l'échocardiographie 3D

Des recommandations européennes et américaines pour l'échocardiographie 3D viennent d'être publiées [7]. Le but de ce document est de proposer un guide pratique d'acquisition et d'analyse des différentes structures cardiaques en 3D avec les différentes limites de la technique. Les différentes modalités 3D disponibles sont décrites :

– **la modalité multiplan** permet de visualiser 2 plans simultanés en temps réel, associé ou non au mode Doppler couleur ;

– **la modalité 3D temps réel** permet l'acquisition d'un volume cardiaque pyramidal de taille variable. Le mode zoom permet d'élargir le volume de visualisation et améliore le rendu volumique. Des outils de découpe peuvent être utilisés pour des études plus précises ;

– **le mode full volume/volume total** permet d'acquérir un volume cardiaque par acquisition de 4 sous-volumes juxtaposés sur plusieurs cycles cardiaques. Une fois acquis, les volumes 3D peuvent être recoupés pour visualiser les structures cardiaques à l'intérieur de la pyramide. Pour cette acquisition, pour éviter les artefacts, une brève apnée sera demandée au patient et un ECG satisfaisant sera nécessaire.

Les différentes applications cliniques sont détaillées dans ces recommandations [7]. On retiendra que l'évaluation des volumes ventriculaires gauches et de la FEVG en 3D sont recommandées en routine, car les mesures 3D sont précises et reproductibles par rapport à l'IRM et supérieures aux mesures 2D. L'évaluation des volumes et de la FEVD semble prometteuse, mais elle est actuellement limitée par la nécessité d'une excellente qualité d'imagerie 2D et l'utilisation pour l'analyse de logiciels dédiés. L'évaluation 3D ETT et ETO des valvulopathies mitrales

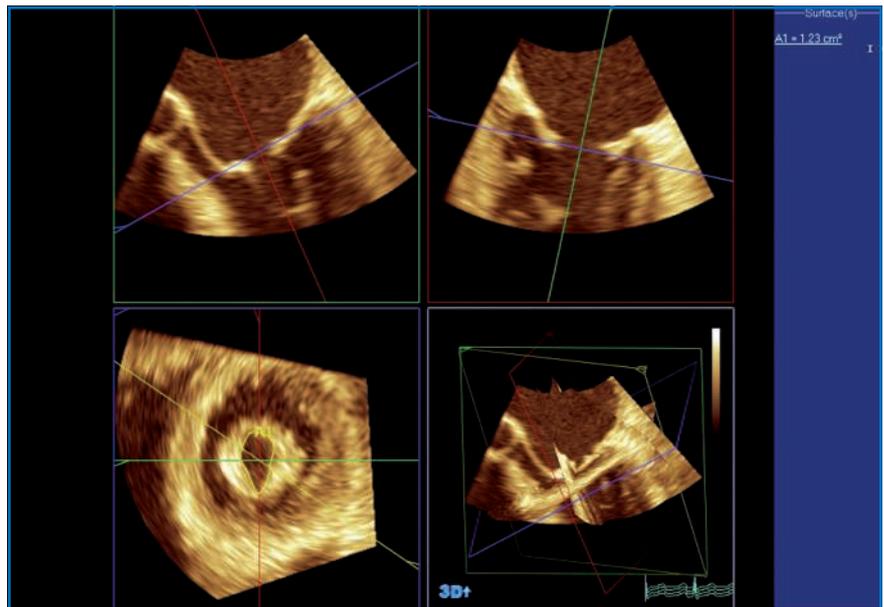


FIG. 3 : Echographie transoesophagienne 3D : rétrécissement mitral serré.

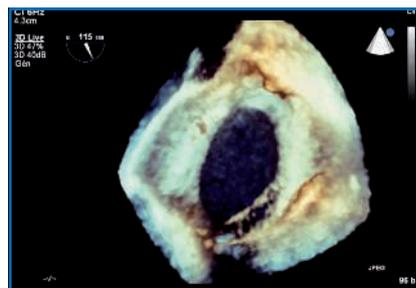


FIG. 4 : Communication interauriculaire en 3D.

doit faire partie de la pratique quotidienne car le 3D donne les meilleures informations physiologiques et morphologiques de la valve mitrale, que ce soit pour l'évaluation du rétrécissement mitral [8] (*fig. 3*) ou de l'insuffisance mitrale. L'ETO 3D est aussi recommandée pour guider les procédures interventionnelles valvulaires mitrales.

L'échographie 3D est aussi recommandée pour guider les autres procédures percutanées comme l'implantation de prothèse aortique, la fermeture de fuite périvalvulaire, la fermeture de communication interauriculaire (*fig. 4*).

2. Echocardiographie 3D et volume de l'oreillette gauche

Une méta-analyse sur 14 études et 395 patients [9], comparant le volume de l'oreillette gauche mesuré en 3D versus IRM, montre une sous-estimation du volume mesuré en 3D (-9,4 mL; IC 95 % : -13,2 à -5,6 mL; $p < 0,00001$). L'existence de pathologie cardiaque conduit à plus de sous-estimation ($p < 0,00001$) alors que l'augmentation du nombre de plans d'analyse diminue cette sous-estimation ($p < 0,00001$).

3. Echocardiographie 3D et volume de l'oreillette droite (OD)

Les premières études sur l'évaluation du volume de l'OD ont été publiées récemment. Une étude a comparé trois méthodes de mesure du volume de l'OD. Les méthodes de mesure consistaient à tracer le contour endocardique de l'oreillette droite en télésystole dans 2 plans orthogonaux, 4 plans ou 8 plans, chez 70 patients dont 35 avec une oreillette droite de morphologie anormale. L'approche de la mesure de l'oreillette droite avec 4 plans avait une

valeur proche de la méthode de référence 8 plans en étant plus rapide (118 ± 29 s vs 203 ± 37 s; $p < 0,001$) alors que la méthode 2 plans sous-estimait la mesure du volume de l'oreillette droite [10].

4. Echocardiographie 3D et volume du ventricule droit

Plusieurs études ont évalué les volumes VD et la FEVD en 3D (11-13). Une étude a confirmé la faisabilité des volumes VD et de la FEVD chez 50 enfants avec une anatomie cardiaque normale. Les mesures VG en 3D étaient possibles chez 100 % des enfants et du VD chez 94 %. Les volumes d'éjection des 2 ventricules étaient bien corrélés ($r = 0,81$; IC 95 % : 0,68-0,89; $p < 0,0001$) avec une différence de 3,6 mL (12). Cette étude a montré qu'un logiciel 3D dédié permettait d'obtenir des mesures 3D fiables et reproductibles du VD.

Fonction diastolique du ventricule gauche

L'équipe de Nagueh a repris les indices établis et les nouveaux indices d'évaluation de la fonction diastolique en échocardiographie dans une récente revue détaillant notamment les nouvelles techniques d'évaluation comme la *strain* [14].

L'algorithme d'évaluation de la fonction diastolique en cas de FEVG proposé par les recommandations américaines et européennes [15, 16], publié en 2009, a été rétrospectivement appliqué chez 62 patients (âge moyen : 53 ans, FEVG : 27,2 %) adressés pour une échocardiographie et un cathétérisme cardiaque [17]. Les corrélations de E/e' ($r = 0,43$; $p = 0,0005$) et E ($r = 0,39$; $p = 0,002$) avec la pression VG préA étaient modestes, comparativement à la pression artérielle pulmonaire systolique (PAPs; $r = 0,69$; $p = 0,0006$), le rapport E/A ($r = 0,52$; $p < 0,0001$) et le temps de décélération de E ($r = -0,51$; $p < 0,0001$). En utili-

sant l'algorithme débutant par E/A, E et TDE, 54 des 62 patients étaient correctement classés pour prédire une pression VG préA > 15 ou < 15 mmHg (sensibilité 84 %, spécificité 80 %, aire sous la courbe = 0,86; $p < 0,001$). Les 6/6 patients avec E/A < 1 et E < 50 cm/s et les 14/15 patients (93 %) avec E/A > 2 et TDE < 150 ms étaient correctement classés pressions de remplissage VG normales et PRVG élevées respectivement, tandis que les 34/41 patients (83 %) avec un E/A = 1-2 ou E/A < 1 et E > 50 cm/s étaient correctement classés en ajoutant E/e' et la PAPs. Cette étude rétrospective montre donc que, dans une population de patients avec dysfonction VG, un seul critère échocardiographique ne permet pas de prédire avec une bonne précision une pression VG préA > 15 mmHg. En revanche, l'utilisation de l'algorithme avec plusieurs variables permet de prédire l'élévation des pressions de remplissage VG avec une bonne précision.

Une étude [18] a proposé un algorithme unique indépendamment de la FEVG dans une cohorte de validation de 178 patients. La sensibilité était de 87 % et la spécificité de 90 % pour déterminer les patients avec une pression capillaire pulmonaire > 15 mmHg. Le modèle a ensuite été testé de manière prospective dans une cohorte de validation de 92 nouveaux patients avec une sensibilité de 80 % et une spécificité de 78 %.

Une autre étude [19] a évalué la valeur du rapport E/e' pour l'évaluation des pressions de remplissage VG chez 100 patients consécutifs sans insuffisance cardiaque ayant bénéficié d'une échocardiographie Doppler et d'un cathétérisme cardiaque. Le rapport E/A avait la meilleure corrélation avec la pression VG préA et la pression télédiastolique du ventricule gauche (PTDVG) alors que le rapport E/e' septal et moyenné était significativement corrélé avec la pression VG préA, mais pas avec la PTDVG. Aucune différence dans les paramètres écho-Doppler n'a

été trouvée entre les patients avec des pressions de remplissage élevées ou normales. Le rapport E/e'mitral était significativement plus élevé chez les patients avec une FEVG < 50 % versus les patients avec une FEVG > 50 %, et chez les patients avec une dilatation VG (versus patients avec diamètre VG normal). Chez les patients sans insuffisance cardiaque, le rapport E/e' est donc influencé par la FEVG et les volumes VG, et est mieux corrélé avec la pression VG préA qu'avec la PTDVG. Les sensibilité et spécificité suboptimales de E/e' pour prédire une élévation des pressions de remplissage VG suggèrent que le rapport E/e' a une valeur limitée chez les patients sans insuffisance cardiaque.

Enfin, une étude a comparé les différentes méthodes d'évaluation de la taille de l'oreillette gauche et leur prédiction de la dysfonction diastolique [20]. Le volume de l'oreillette gauche indexé à la surface corporelle était le meilleur prédicteur de dysfonction diastolique.

Fonction ventriculaire droite

Les recommandations sur l'évaluation du cœur droit ont été publiées en 2010, reprenant notamment les différents paramètres 2D de mesures du ventricule droit et l'évaluation de la fonction systolique [21]. Une étude [22] a comparé les différents paramètres d'évaluation de la fonction systolique du VD chez 223 patients versus la mesure de la FEVD en IRM. Le

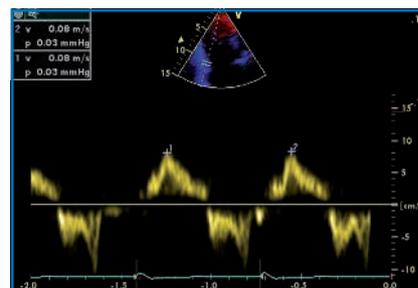


FIG. 5 : Mesure de l'onde S en DTI à l'anneau tricusppe latéral.

L'ANNÉE CARDIOLOGIQUE

pic de l'onde S systolique mesuré à l'anneau tricuspide latéral en DTI < 11 cm/s (fig. 5) était le meilleur paramètre pour détecter une altération moyenne de la FEVD. Une atteinte sévère de la FEVD (< 30%) était le mieux détectée par un indice de performance myocardique du VD > 0,5.

L'équipe de R. Lang a publié une étude [23] sur l'évaluation de la fonction systolique du VD en utilisant le déplacement de l'anneau tricuspide mesuré par la méthode de *speckle tracking*. Cet indice rapide d'acquisition avec une bonne faisabilité permettrait une meilleure évaluation de la fonction systolique VD que la technique conventionnelle de mesure en mode M du TAPSE, en utilisant l'IRM comme méthode de référence.

Bibliographie

1. LAFITTE S, ALIMAZIGHI N, REANT P *et al.* Validation of the smallest pocket echocopic device's diagnostic capabilities in heart investigation. *Ultrasound Med Biol*, 2011; 5: 798-804.
2. ANDERSEN GN, HAUGEN BO, GRAVEN T *et al.* Feasibility and reliability of point-of-care pocket-sized echocardiography. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 665-670.
3. LIEBO MJ, ISRAEL RL, LILLIE EO *et al.* Is pocket mobile echocardiography the next-generation stethoscope? A cross-sectional comparison of rapidly acquired images with standard transthoracic echocardiography. *Ann Intern Med*, 2011; 155: 33-38.
4. MICHALSKI B, KASPRZAK JD, SZYMZYK *et al.* Diagnostic utility and clinical usefulness of the pocket echocardiographic device. *Echocardiography*, 2012; 29: 1-6.
5. SKJETNE K, GRAVEN T, HAUGEN BO *et al.* Diagnostic influence of cardiovascular screening by pocket-size ultrasound in a cardiac unit. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 737-743.
6. SICARI R, GALDERISI M, VOIGT JU *et al.* The use of pocket-size imaging devices: a position statement of the European Association of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 85-87.
7. LANG RM, BADANO LP, TSANG W *et al.* EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012; 25: 3-46.
8. DREYFUS J, BROCHET E, LEPAGE L *et al.* Real-time 3D transoesophageal measurement of the mitral valve area in patients with mitral stenosis. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 750-755.
9. SHIMADA YJ, SHIOTA T. Underestimation of left atrial volume by three dimensional echocardiography validated by magnetic resonance imaging: a meta-analysis and investigation of the source of bias. *Echocardiography*, 2012; 29: 385-390.
10. QURAINI D, PANDIAN NG, PATEL AR. Three dimensional echocardiographic analysis of right atrial volume in normal and abnormal hearts: comparison of biplane and multiplane methods. *Echocardiography*, 2012; 29: 608-613.
11. DRAGULESCU A, GROSSE-WORTMANN L, FACKOURY C *et al.* Echocardiographic assessment of right ventricular volumes: a comparison of different techniques in children after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Eur J Echocardiogr*, 2011. [Epub ahead of print].
12. SEQUELA PE, HASCOET S, BRIERRE G *et al.* Feasibility of three dimensional transthoracic Echocardiography to evaluate right ventricular volumes in children and comparison to left ventricular values. *Echocardiography*, 2012; 29: 492-501.
13. VAN DER ZWAAN HB, GELEJNSE ML, MCGHIE JS *et al.* Right ventricular quantification in clinical practice: two-dimensional vs three-dimensional echocardiography compared with cardiac magnetic resonance imaging. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 656-664.
14. OH JK, PARK SJ, NAGUEH SF. Established and novel clinical applications of diastolic function assessment by echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2011; 4: 444-455.
15. NAGUEH SF, APPLETON CP, GILBERT TC *et al.* Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009; 22: 107-133.
16. NAGUEH SF, APPLETON CP, GILBERT TC *et al.* Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*, 2009; 10: 165-193.
17. DOKAINISH H, NGUYEN JS, BOBEK J *et al.* Assessment of the American Society of Echocardiography-European Association of Echocardiography guidelines for diastolic function in patients with depressed ejection fraction: an echocardiographic and invasive haemodynamic study. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 857-864.
18. DINI FL, BALLO P, BADANO L *et al.* Validation of an echo-Doppler decision model to predict left ventricular filling pressure in patients with heart failure independently of ejection fraction. *Eur J of Echocardiogr*, 2010; 11: 703-710.
19. PREVITALI M, CHIEFFO E, FERRARIO M *et al.* Is mitral E/e'ratio a reliable predictor of left ventricular diastolic pressures in patients without heart failure? *Eur J Echocardiogr*, 2011; December 19.
20. STEFANO GT, ZHAO H, SCHULCHTER M *et al.* Assessment of echocardiographic left size: accuracy of M-Mode and two-dimensional methods and prediction of diastolic dysfunction. *Echocardiography*, 2012; 29: 379-384.
21. RUDSKI LG, LAI WW, AFILALO J. Guidelines for the echocardiographic assessment of the rightht in adults: a report from the american society of echocardiography. Endorsed by the european association of echocardiography, a registered branch of the european society of cardiology, and the canadian society of echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010; 23: 685-713.
22. PAVLICEK M, WAHL A, RUTZ T. Right ventricular systolic function assessment: rank of echocardiographic methods vs cardiac magnetic resonance imaging. *Eur J Echocardiogr*, 2011; 12: 871-880.
23. AHMAD H, MOR-AVI V, LANG RM. Assessment of right ventricular function using echocardiographic speckle tracking of the tricuspid annular motion: comparison with cardiac magnetic resonance. *Echocardiography*, 2012; 29: 19-24.

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