

NUMÉRO THÉMATIQUE

Comment évaluer un rétrécissement aortique ?

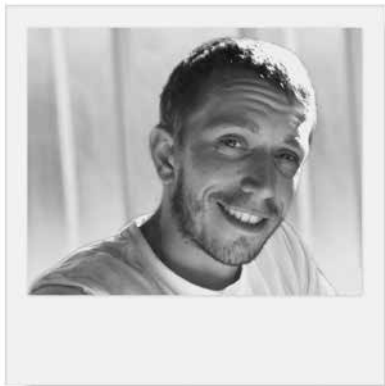
Paramètres échographiques dans l'évaluation du RA

RÉSUMÉ : Le rétrécissement aortique (RA) est la plus fréquente des valvulopathies. L'échocardiographie transthoracique est toujours l'examen clé pour évaluer un RA en 2016.

Un RA serré est défini par une vitesse maximale transvalvulaire > 4 m/s, un gradient moyen transvalvulaire > 40 mmHg et une surface valvulaire < 1 cm² (0,6 cm²/m²).

En cas de discordance entre le gradient et la surface valvulaire, il est impératif d'éliminer une erreur de mesure car le RA serré (< 1 cm²) à bas gradient (< 40 mmHg) avec une FEVG préservée (> 50 %) est une entité rare (< 10 %). L'échographie 3D et le *strain* apportent des informations intéressantes mais qui ne sont pas encore incluses dans les recommandations.

Enfin, l'évaluation clinique reste primordiale.



→ J. TERNACLE
CHU Henri Mondor, CRÉTEIL.

Le rétrécissement aortique (RA) est la valvulopathie la plus fréquente en Europe et en Amérique du Nord (2-7 % des plus de 65 ans). Le RA dégénératif touche essentiellement la population âgée mais il concerne également des personnes plus jeunes en cas de bicuspidie, alors que les formes rhumatismales sont devenues exceptionnelles. Le traitement du RA serré symptomatique repose sur le remplacement valvulaire quelle qu'en soit la modalité, mais encore faut-il avoir démontré sa sévérité. L'examen de première intention en 2016 pour évaluer une sténose aortique et son retentissement est toujours l'échocardiographie transthoracique (ETT). Cette évaluation se fait par étapes dont la concordance des résultats est indispensable pour aboutir à une conclusion fiable.

en parasternal gauche petit axe, permet de déterminer le nombre de feuillets valvulaires (diagnostic de bicuspidie) et l'importance des calcifications. La présence d'une bicuspidie est une information importante si un TAVI (*Transcatheter aortic valve implantation*) est envisagé (implantation parfois plus complexe) et pour le suivi car l'évolution vers la sténose serrée est plus rapide. Quant au degré de calcification pour les formes dégénératives, des études échographiques anciennes [1] confirmées par des études récentes en scanner [2] ont parfaitement démontré sa corrélation avec la surface valvulaire fonctionnelle et la survenue d'événements cliniques (*fig. 1 et 2*). L'analyse visuelle nous donne donc des informations complémentaires importantes dans l'évaluation globale du RA.

Analyse visuelle de la valve : obsolète ?

Non, car l'analyse visuelle de la valve sous différentes incidences, notamment

La mesure de la chambre de chasse : pas toujours simple...

L'évaluation de la chambre de chasse du ventricule gauche (VG) ou anneau aortique en ETT se fait à partir de la coupe

NUMÉRO THÉMATIQUE

Comment évaluer un rétrécissement aortique ?

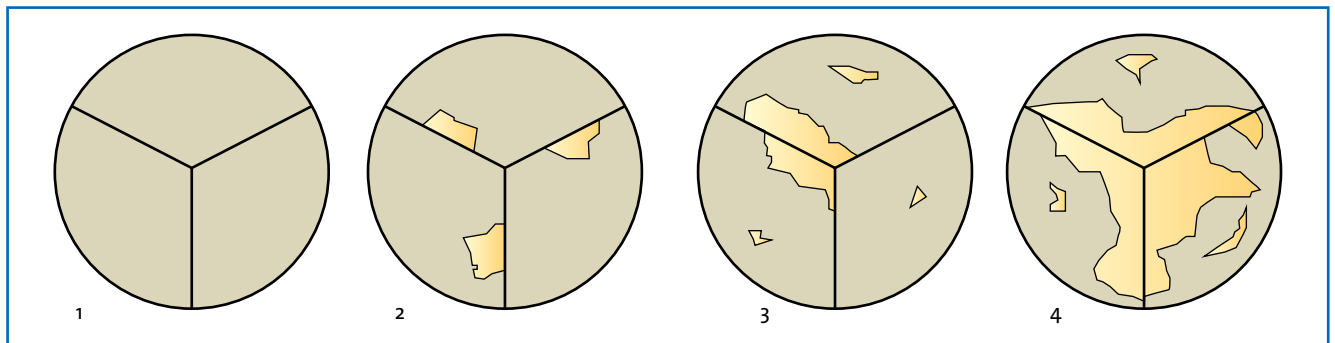


FIG. 1 : Quantification visuelle sur une vue de face du degré de calcification valvulaire aortique en 4 grades. **Grade 1 :** pas de calcification; **grade 2 :** calcifications minimales; **grade 3 :** calcifications modérées restant distinctes les unes des autres; **grade 4 :** calcifications extensives.

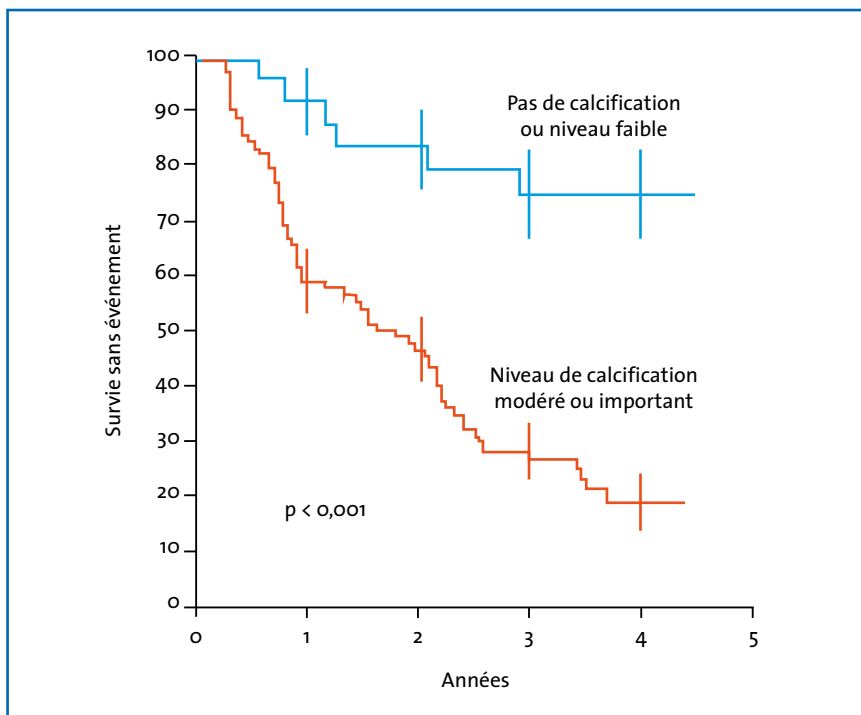


FIG. 2 : Valeur pronostique du degré de calcification valvulaire aortique. Les patients ayant un niveau de calcification modéré à important font plus d'événements cliniques (d'après [1]).

parasternale gauche grand axe à l'aide du zoom. Il est préférable d'enregistrer une boucle sans couleur pour pouvoir refaire des mesures *a posteriori*. La mesure du diamètre de la chambre de chasse se fait en systole au niveau de la zone d'insertion des feuillets aortiques (bord interne à bord interne) (**fig. 3**) et permet d'obtenir la surface de la chambre de chasse selon la formule suivante: ($\pi \times \text{diamètre}^2/4$).

Cette mesure peut s'avérer délicate chez les patients âgés, peu échogènes ou en cas de calcifications valvulaires sévères, c'est alors que l'échographie transœsophagienne (ETO) peut se montrer utile. Il est important d'avoir une notion des valeurs normales de la chambre de chasse et de les confronter à ses mesures, car toute erreur est portée au carré dans le calcul de la surface. Selon un registre



FIG. 3 : Exemple de mesure de la chambre de chasse du ventricule gauche sur une coupe parasternale grand axe (zoom) en échocardiographie transthoracique 2D.

européen non publié, la valeur normale est de 20 ± 2 mm chez la femme et 22 ± 2 mm chez l'homme (valeurs plus élevées en cas de bicuspidie).

Avec l'avènement du remplacement valvulaire par voie percutanée (TAVI), les études sur l'évaluation de la chambre de chasse par échographie (ETT-ETO) et scanner se sont multipliées. Une des informations principales qui en est ressortie est que la chambre de chasse n'est pas ronde mais ovale. L'évaluation en ETT en 2D est donc imparfaite car elle n'évalue qu'un

NUMÉRO THÉMATIQUE

Comment évaluer un rétrécissement aortique ?

seul diamètre, mais elle est cependant suffisante en pratique clinique pour quantifier un rétrécissement aortique.

Enfin, il ne faut pas oublier de mesurer la taille de l'aorte ascendante (en 2D et en diastole) sur cette même incidence parasternale gauche grand axe afin de rechercher une dilatation, notamment en cas de bicuspidie [3].

Mesures Doppler et calcul de la surface valvulaire aortique

En début d'examen, il est important de mesurer la pression artérielle du patient pour déterminer quel est son niveau de postcharge. Les mesures Doppler incluent l'analyse du flux sous-valvulaire dans la chambre de chasse du VG en Doppler pulsé et l'analyse du flux transvalvulaire aortique en Doppler continu [4]. Ces flux se mesurent sur une incidence apicale 5 cavités (parfois 3 cavités) en positionnant la sonde proche de l'aisselle afin d'avoir la chambre de chasse et l'aorte initiale alignées et le plus possible au centre de l'image. Il ne faut pas utiliser le correcteur d'angle qui est source d'erreur.

L'enregistrement du flux transvalvulaire par voie parasternale droite est essentiel, notamment en cas de RA de sévérité limite, car il permet d'obtenir des valeurs souvent supérieures à la voie apicale [5]. Il est important d'évaluer la qualité des flux obtenus, à savoir un flux laminaire en sous-aortique et une belle enveloppe en transvalvulaire. Pour obtenir un flux sous-aortique optimal en Doppler pulsé, il est recommandé d'utiliser la technique "pas à pas". Il faut placer le curseur au niveau de la chambre de chasse du VG où le flux est laminaire, puis rapprocher progressivement le curseur de la valve aortique jusqu'à ce que le flux devienne turbulent. Il faut alors mesurer le dernier flux laminaire enregistré [4].

En cas de fibrillation atriale, il est recommandé de réaliser une dizaine de

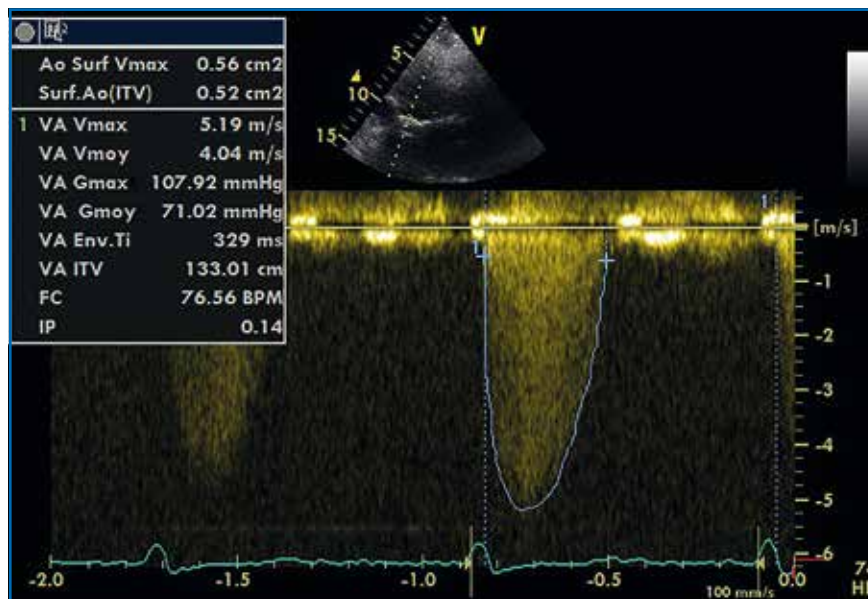


FIG. 4 : Exemple de mesure de flux Doppler continu transvalvulaire aortique avec la vitesse maximale (Vmax), le gradient moyen (Gmoy) et l'intégrale temps-vitesse (ITV).

mesures et de les moyenner. Il ne faut pas mesurer les flux après une extrasystole ou une diastole longue car les valeurs sont surestimées. Sur ces flux (fig. 4), doivent être mesurés le gradient moyen (Gmoy), la vitesse maximale (Vmax) et l'intégrale temps-vitesse (ITV), indispensables pour le calcul de la surface valvulaire fonctionnelle à partir de l'équation de continuité ($S1 \times V1 = S2 \times V2$). La surface valvulaire fonctionnelle est donc calculée selon la formule suivante : $S = (D^2 \times \pi) / 4 \times Vmax \text{ sous-aortique} / Vmax \text{ aortique}$.

L'index de perméabilité (IP) est également un paramètre hémodynamique utile, notamment en cas de fibrillation atriale. Il correspond au rapport de l'ITV sous-valvulaire/ITV aortique.

En ce qui concerne la surface anatomique par planimétrie, elle peut également être mesurée en ETT, ETO, scanner ou IRM. Cependant, cette mesure est peu corrélée à la surface fonctionnelle (valeurs souvent supérieures) et aux événements cliniques, ce qui fait qu'elle est peu utilisée en pratique.

Causes d'erreur dans la quantification du rétrécissement aortique

La principale cause d'erreur concerne la mesure de la chambre de chasse du VG. Il est important de répéter la mesure et de parfois recourir à l'ETO pour une meilleure fiabilité. L'autre source d'erreur fréquente est la sous-estimation de la valeur du flux sous-aortique. La technique du "pas à pas" et la répétition de la mesure sont indispensables. Enfin, il est possible de sous-estimer le flux transvalvulaire aortique en cas de mauvais alignement ou de le confondre avec le flux d'insuffisance mitrale.

Évaluer le retentissement du rétrécissement aortique

Le retentissement du RA concerne essentiellement le VG : remodelage concentrique, puis hypertrophie et dysfonction systolique à un stade évolué. Le ventricule gauche est capable de s'adapter pendant de nombreuses années à l'élévation de la postcharge engendrée par le RA

grâce à une hypertrophie concentrique. C'est la raison pour laquelle une altération de la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG < 50 %) est un facteur de mauvais pronostic devant faire rapidement envisager un remplacement valvulaire [3]. Les dimensions et la masse VG s'évaluent en parasternal gauche grand axe avec les modalités TM (temps-mouvement) ou bidimensionnelle, et la fonction systolique est quantifiée par la méthode de Simpson biplan. D'autres paramètres indirects peuvent être retrouvés (hypertension artérielle pulmonaire, dilatation de l'oreillette gauche) mais ils ne sont pas spécifiques du RA.

Définition du rétrécissement aortique serré "classique" en 2016

En pratique clinique, nous basons souvent l'essentiel de notre réflexion sur la surface valvulaire pour juger de la sévérité du RA, ce qui est une erreur. D'une part, le calcul de la surface est très opérateur-dépendant (difficultés de mesure de la chambre de chasse) et, d'autre part, il est clairement démontré dans la littérature que ce sont les paramètres hémodynamiques qui sont le mieux corrélés aux événements cliniques. Ainsi, une $V_{\max} > 5,5$ m/s ou ayant une progression annuelle $\geq 0,3$ m/s sont des facteurs de mauvais pronostic et peuvent constituer une indication chirurgicale chez un patient asymptomatique [3].

Un RA serré "classique" est défini par une $V_{\max} > 4$ m/s, un Gmoy > 40 mmHg,

un IP < 25 % et une surface aortique < 1 cm² (ou 0,6 cm²/m²) sans préjuger du niveau de FEVG (**tableau I**), mais d'après les dernières recommandations ESC de 2012, un Gmoy > 40 mmHg (ou une $V_{\max} > 4$ m/s) suffit pour conclure qu'un RA est serré [3].

Classification du rétrécissement aortique serré (< 1 cm²) selon le profil hémodynamique

Il est donc important de noter que la grande majorité des patients a des paramètres d'évaluation concordants. Cependant, une discordance entre surface et gradient est observée dans 25 à 30 % des cas de RA malgré une fonction systolique VG préservée. Dans ce cas, il convient toujours d'éliminer une erreur de mesure, notamment de la chambre de chasse.

Les paramètres nécessaires à la classification du RA serré sont la FEVG (seuil de 50 %), le gradient moyen (seuil de 40 mmHg) et le volume d'éjection systolique indexé (VESi). Le VESi est utilisé pour définir le bas débit avec un seuil de 35 mL/m².

En cas de FEVG altérée (< 50 %) :

- si le Gmoy est élevé (> 40 mmHg), il s'agit d'un RA serré classique très évolué ;
- si le Gmoy est compris entre 20 et 40 mmHg, il peut s'agir d'un authentique RA serré en bas débit ou d'une sténose aortique pseudo-sévère [6]. Une évaluation

plus approfondie par ETT de stress et/ou score calcique en scanner est alors nécessaire.

En cas de FEVG préservée (> 50 %, **tableau II**) :

- le haut gradient/débit normal correspond au RA "classique" ;
- le haut gradient/bas débit correspond à un RA serré déjà évolué ;
- le bas gradient/débit normal correspond à un RA modéré (erreur de mesure ?) ;
- le bas gradient/bas débit dit "paradoxal" (< 10 % des cas).

La sévérité de ce dernier groupe fait débat ces dernières années. Initialement décrit comme une forme évoluée de mauvais pronostic par l'équipe de P. Pibarot (Pibarot-Ada), plusieurs études récentes d'imagerie et pronostiques semblent placer cette entité dans la catégorie des RA modérés [7] (**fig. 5**). Le message à retenir est qu'un RA serré avec FEVG préservée doit avoir une $V_{\max}$ et un Gmoy élevés.

Que faire en cas d'insuffisance aortique ?

La maladie aortique correspond à l'association d'un rétrécissement et d'une insuffisance aortiques sans présager du degré de sévérité. L'évaluation échographique d'une insuffisance aortique est la même qu'elle soit isolée ou associée à un RA, et les critères de sévérité du RA sont les mêmes qu'il existe une insuffisance aortique significative ou non. La sévérité d'une maladie aortique est définie par la valvulopathie dominante, ainsi un RA serré avec une insuffisance aortique modérée correspond à une maladie aortique sévère. Cependant, l'association d'un RA moyennement serré et d'une insuffisance aortique moyenne peut être considérée comme une maladie aortique sévère dès lors qu'elle est responsable de symptômes. La prise en charge d'une maladie aor-

Définition d'un rétrécissement aortique serré

Vitesse maximale (m/s)	> 4 m/s
Gradient moyen (mmHg)	> 40 mmHg
Index de perméabilité (%)	< 25 %
Surface valvulaire brute (cm ²)	< 1
Surface valvulaire indexée (cm ² /m ²)	< 0,6

TABLEAU I : Critères échocardiographiques d'un rétrécissement aortique serré (d'après les recommandations ESC 2012).

NUMÉRO THÉMATIQUE

Comment évaluer un rétrécissement aortique ?

	Débit normal/ Haut gradient (VESi > 35/GM > 40), n = 213	Bas débit/ Haut gradient (VESi ≤ 35/GM > 40), n = 45	Débit normal/ Bas gradient (VESi > 35/GM ≤ 40), n = 52	Bas débit/ Bas gradient (VESi ≤ 35/GM ≤ 40), n = 30	Valeur de P
Âge, ans	71 ± 12	75 ± 9	74 ± 10	75 ± 15	NS
Hommes (%)	69	44	54	63	0,008
Surface aortique (cm ²)	0,8 ± 0,2	0,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,7 ± 0,1	< 0,001
Gradient moyen (mmHg)	57 ± 14	64 ± 16	34 ± 5	33 ± 6	< 0,001
Zva (mmHg/mL/m ²)	4,1 ± 0,8	6,7 ± 1,3	4,0 ± 0,8	5,5 ± 1,1	< 0,001
Index de masse myocardique (g/m ²)	143 ± 46	134 ± 40	136 ± 38	127 ± 41	NS
FEVG (%)	67 ± 8	64 ± 8	65 ± 7	63 ± 9	NS
SLG (%)	-17 ± 3	-14 ± 4	-17 ± 4	-16 ± 4	< 0,01
SL basal (%)	-14 ± 3	-11 ± 3	-15 ± 3	-12 ± 3	< 0,001

TABEAU II : Données cliniques et hémodynamiques en fonction des 4 groupes d'après la nouvelle classification des sténoses aortiques (adapté d'après ADDA J, MIELOT C, GIORGI R *et al. Circ Cardiovasc Imaging*, 2012;5:27-35). GM: gradient moyen transvalvulaire aortique; SL: strain longitudinal; SLG: strain longitudinal global; Zva: impédance valvulo-aortique.

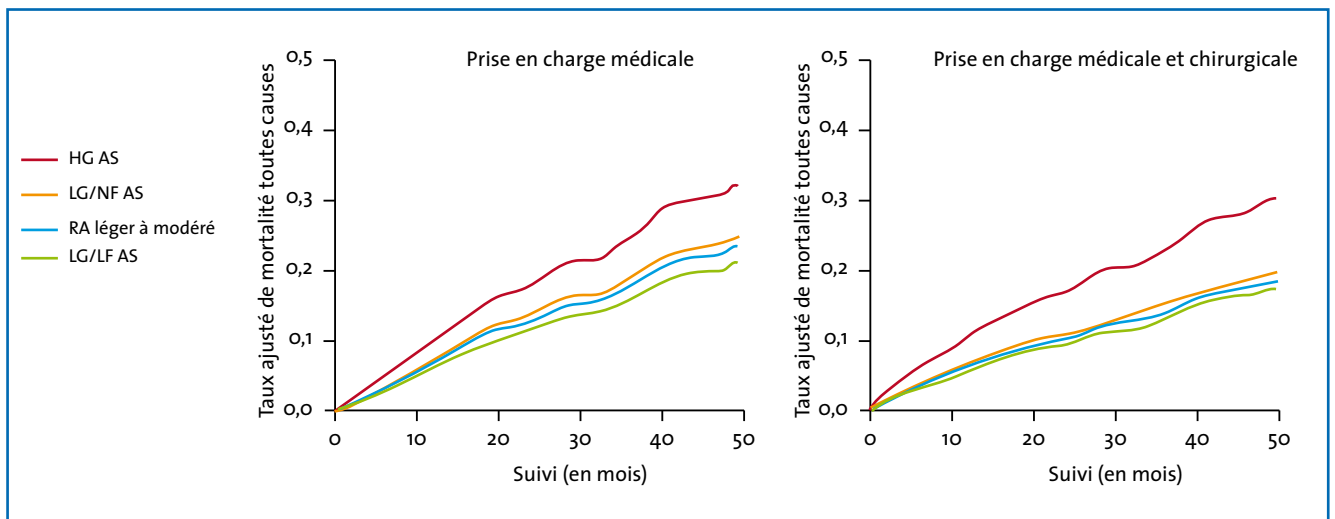


FIG. 5 : Pronostic des patients ayant un rétrécissement aortique (RA) en fonction du profil hémodynamique et du type de traitement. L'information principale est que les patients qui ont un RA avec un gradient bas ont le même pronostic que ceux qui ont un RA modéré (d'après [7]). HG AS: rétrécissement aortique à haut gradient; LG/NF AS: rétrécissement aortique à bas gradient/débit normal; LG/LF AS: rétrécissement aortique à bas gradient/bas débit.

tique se base donc soit sur les recommandations ESC du RA, soit sur celles de l'insuffisance aortique.

Apport des dernières technologies en échocardiographie

Parmi ces technologies, il convient de mentionner le 3D et la déformation myo-

cardique (ou *strain*) basée sur le *speckle tracking*. Le principal intérêt de l'échographie 3D (**fig. 6**) dans le cadre du RA concerne l'évaluation de la chambre de chasse et la planimétrie valvulaire dont les résultats montrent de bonnes corrélations avec le scanner. Les autres applications cliniques du 3D sont le calcul des volumes, de la FEVG et de la masse du VG avec une précision se rapprochant de celle de l'IRM. Cependant, ces dernières

applications n'ont pas d'impact spécifique sur la prise en charge des patients ayant un RA.

Parmi les paramètres utilisés pour quantifier la déformation myocardique, le *strain* global longitudinal (SGL) est le plus robuste et a pour valeur normale < -16 % (> 16 % en valeur absolue). Il correspond à la fonction longitudinale des fibres myo-

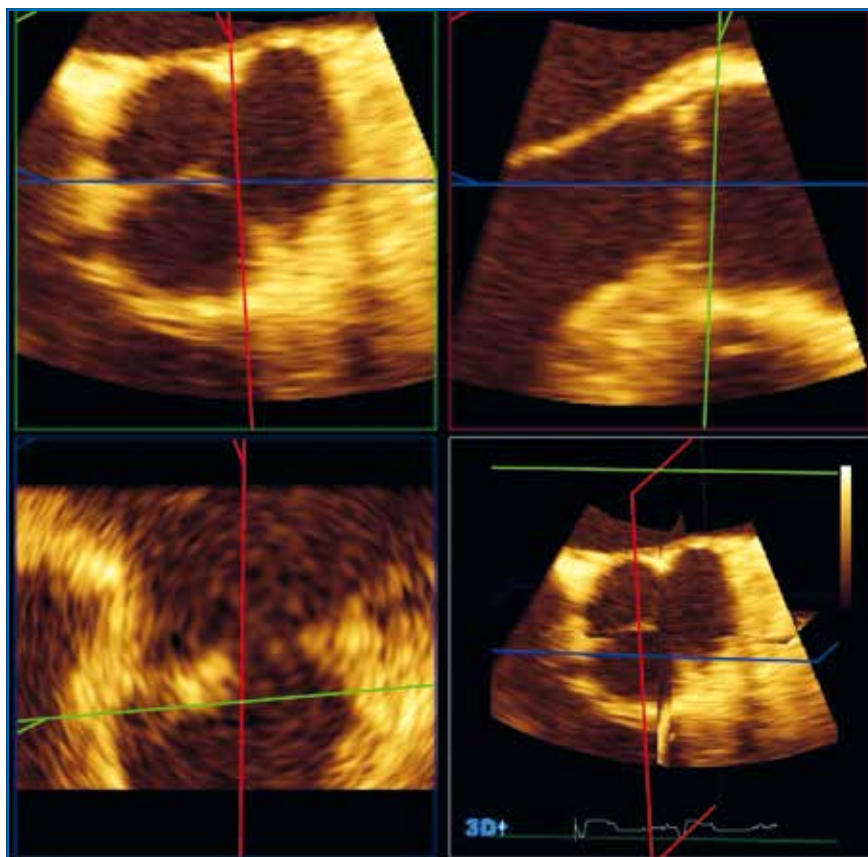


FIG. 6 : Exemple d'analyse multiplan 3D d'une valve aortique en échographie transœsophagienne.

cardiaques sous-endocardiques du VG et est utilisé dans de très nombreuses pathologies cardiovasculaires incluant les valvulopathies. Dans le cadre du rétrécissement aortique, des études échographiques et IRM démontrent que le SGL s'altère avant la FEVG [8] selon un gradient base-apex qui correspond au développement de la fibrose myocardique [9]. Il est ainsi décrit comme un facteur pronostique indépendant dans plusieurs études sur le RA serré symptomatique mais également asymptomatique. Malgré ces résultats prometteurs, le SGL ne figure pas dans les recommandations ESC sur la prise en charge des valvulopathies.

Conclusion

L'échocardiographie transthoracique reste l'examen clé pour évaluer un RA en 2016. La quantification du RA repose sur une analyse multiparamétrique comprenant vitesse maximale et gradient moyen transvalvulaires, et surface valvulaire. En cas de RA serré à FEVG préservée, on doit avoir une concordance de ces trois paramètres. En cas de discordance, il est impératif d'éliminer une erreur de mesure. Les dernières technologies en échographie apportent des informations intéressantes, mais nécessitent davantage de validation avant d'être intégrées aux recommandations. Enfin, les paramètres écho-Doppler

doivent être intégrés et cohérents avec l'interrogatoire et l'examen clinique.

Bibliographie

1. ROSENHEK R, BINDER T, PORENTA G *et al.* Predictors of outcome in severe, asymptomatic aortic stenosis. *N Engl J Med*, 2000;343:611-617.
2. CLAVEL MA, PIBAROT P, MESSIKA-ZETTOUN D *et al.* Impact of aortic valve calcification, as measured by mdct, on survival in patients with aortic stenosis: Results of an international registry study. *J Am Coll Cardiol*, 2014;64:1202-1213.
3. Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS); Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F *et al.* Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). *Eur Heart J*, 2012;33:2451-2496.
4. BAUMGARTNER H, HUNG J, BERMEJO J *et al.* Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr*, 2009;10:1-25.
5. CUEFF C, SERFATY JM, CIMADEVILLA C *et al.* Measurement of aortic valve calcification using multislice computed tomography: Correlation with haemodynamic severity of aortic stenosis and clinical implication for patients with low ejection fraction. *Heart*, 2011;97:721-726.
6. FOUGÈRES E, TRIBOUILLOY C, MONCHI M *et al.* Outcomes of pseudo-severe aortic stenosis under conservative treatment. *Eur Heart J*, 2012;33:2426-2433.
7. TRIBOUILLOY C, RUSINARU D, MARÉCHAUX S *et al.* Low-gradient, low-flow severe aortic stenosis with preserved left ventricular ejection fraction: Characteristics, outcome, and implications for surgery. *J Am Coll Cardiol*, 2015;65:55-66.
8. DELGADO V, TOPS LF, VAN BOMMEL RJ *et al.* Strain analysis in patients with severe aortic stenosis and preserved left ventricular ejection fraction undergoing surgical valve replacement. *Eur Heart J*, 2009;30:3037-3047.
9. WEIDEMANN F, HERRMANN S, STÖRK S *et al.* Impact of myocardial fibrosis in patients with symptomatic severe aortic stenosis. *Circulation*, 2009;120:577-584.

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