

Le dossier – Valve tricuspide

Quantification anatomique et clinique de l'insuffisance tricuspide

RÉSUMÉ: L'insuffisance tricuspide (IT) est une valvulopathie fréquente. L'IT fonctionnelle représente 80 % des IT, et implique un tissu valvulaire et un appareil sous-valvulaire normaux. Le mécanisme est une dilatation de l'anneau secondaire au remodelage du VD.

La sévérité d'une IT peut être évaluée par le calcul de la surface de l'orifice régurgitant (SOR). Une fuite est sévère si la SOR est $> 40 \text{ mm}^2$. D'autres paramètres peuvent également être utilisés (vena contracta $\geq 7 \text{ mm}$, inversion systolique du flux veineux sus-hépatique), et l'évaluation de la sévérité nécessite l'évaluation des dimensions des cavités droites et de la fonction VD.

L'évaluation multiparamétrique permettra de proposer à chaque patient la solution thérapeutique la plus adaptée, surtout à l'ère des nouvelles techniques percutanées de correction de l'IT.



D. FARD, R. HUGUET
Service de Cardiologie,
Hôpital Henri Mondor, CRÉTEIL.

L'insuffisance tricuspide (IT) est une valvulopathie qui concerne 0,5 à 5 % de la population générale [1]. Elle est mise en évidence chez 16 à 21,3 % des patients bénéficiant d'une échographie cardiaque [2]. Les IT fonctionnelles sont de loin les plus fréquentes (environ 80 %) [3, 4].

La valve tricuspide a longtemps été considérée comme la "valve oubliée" comparativement aux valves du cœur gauche. En effet, il était communément admis que l'insuffisance tricuspide était une valvulopathie peu fréquente, longtemps bien tolérée cliniquement et sans nécessité de réparation chirurgicale pour la majorité des patients [5]. Or, la sévérité croissante d'une IT est associée à une augmentation parallèle de la mortalité à 4 ans ($> 50 \%$ en cas d'IT moyenne à sévère) [2, 6]. Cela est indépendant de l'âge, de la dilatation et de la fonction ventriculaire droite.

Ainsi, l'IT est aujourd'hui du domaine de la pratique clinique quotidienne et son évaluation doit donc être maîtrisée par tous les cardiologues, surtout à l'ère

de l'apparition de multiples solutions de correction percutanée. L'objectif de cette mise au point est de fournir une synthèse pratique sur la quantification clinique et anatomique de l'IT. Seules les IT chroniques seront abordées dans cet exposé.

Anatomie de la valve tricuspide

La valve tricuspide est la plus large des valves cardiaques : sa surface effective est de 7 à 9 cm². Elle est située entre l'oreillette droite (OD) et le ventricule droit (VD), et est composée de trois feuillets : antérieur (généralement prédominant), postérieur et septal (**fig. 1**) [7].

Chaque feuillet est relié aux muscles papillaires du VD par des cordages mais, contrairement à la valve mitrale, de nombreux cordages s'amarrèrent directement sur l'endocarde du VD.

L'anneau tricuspide (AT) est ellipsoïde, avec une forme en selle de cheval inversée. Le diamètre moyen de l'anneau tricuspide varie, dans les conditions

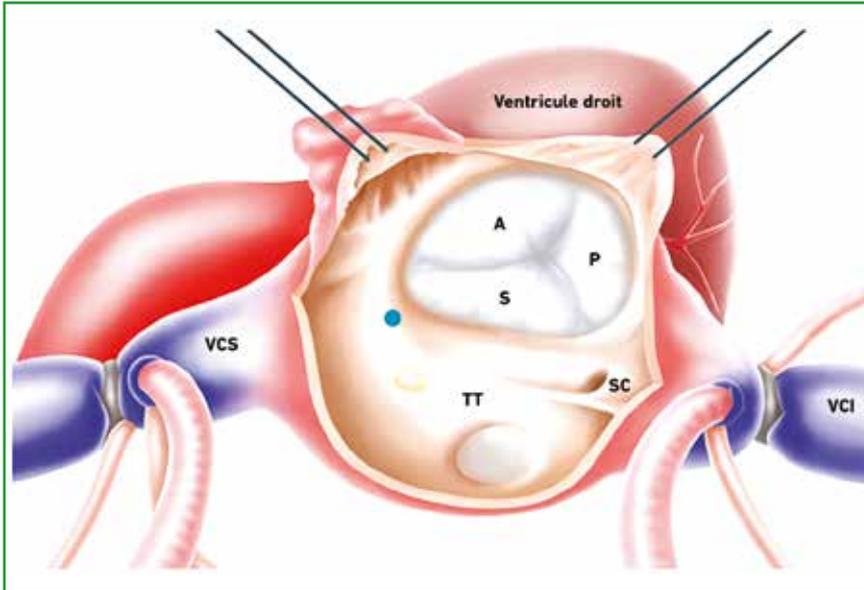


Fig. 1 : Vue chirurgicale de la valve tricuspide et de ses trois feuillets : antérieur (A), postérieur (P) et septal (S). VCS : veine cave supérieure ; VCI : veine cave inférieure ; SC : sinus coronaire ; TT : tendon de Todaro.

physiologiques, entre 25 et 39 mm. L'insertion postéro-septale est la plus caudale (vers le VD) tandis que l'insertion antéro-septale est la plus crâniale (vers l'OD). L'insertion septo-médiale de la valve tricuspide se fait sur le trigone fibreux cardiaque. Cette portion de l'anneau tricuspide est donc rigide et fixée (**fig. 2A**), ce qui explique que l'anneau se dilate suivant son bord libre, dans la direction antéro-latérale (**fig. 2B**).

La valve tricuspide est également en relation étroite avec l'artère coronaire droite et la valve aortique (commisure antéro-septale de la valve tricuspide en regard de la commisure entre la cusp non coronaire et la cusp droite de la valve aortique) (**fig. 3**). L'ensemble de la valve, de l'anneau et des cordages amarrés au VD forme le "complexe tricuspideen". L'échographie 3D peut permettre une meilleure représentation spatiale de la valve tricuspide (**fig. 4**).

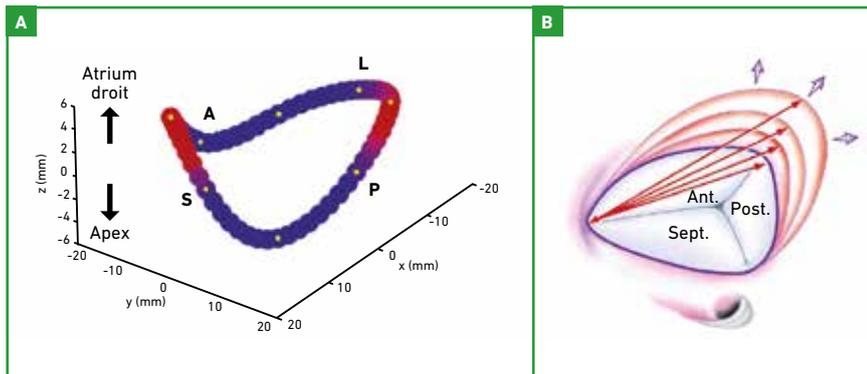


Fig. 2 : A : forme tridimensionnelle de la valve tricuspide. Sont représentées les parties antérieure (A), latérale (L), septale (S) et postérieure (P) de l'anneau tricuspide. B : schéma de la dilatation progressive de l'anneau tricuspide suivant le bord libre de l'anneau, dans la direction antéro-latérale.

Diagnostic positif et écho-anatomie de l'IT

1. Diagnostic positif

Le diagnostic positif d'IT est fait à l'échocardiographie. En échographie thoracique (ETT), la valve tricuspide peut être visualisée dans différentes incidences à l'aide du Doppler couleur : coupe parasternale petit axe, coupe parasternale grand axe centrée sur les cavités

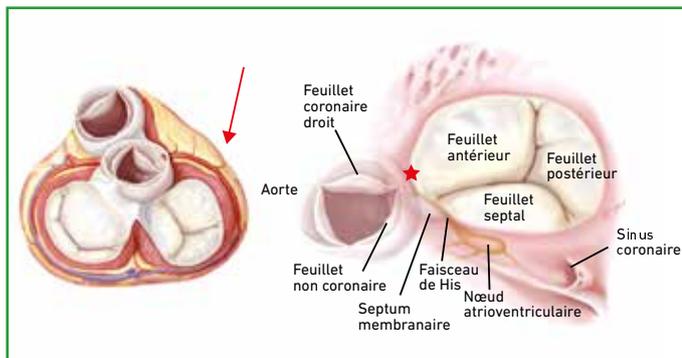


Fig. 3 : Relation anatomique de la valve tricuspide avec la coronaire droite (flèche) et la valve aortique (étoile).

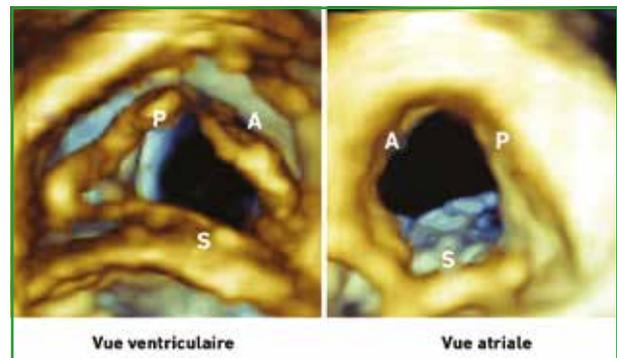


Fig. 4 : Écho-anatomie de la valve tricuspide en échographie cardiaque 3D : feuillet antérieur (A), feuillet septal (S) et feuillet postérieur (P).

Le dossier – Valve tricuspide

droites et coupe apicale 4 cavités centrée sur les cavités droites. Il est important d'évaluer la tricuspide dans toutes ces incidences car la sévérité apparente peut varier. Dans les IT sévères, le défaut de coaptation peut parfois être directement mis en évidence. L'échographie trans-thoracique permet d'apporter toutes les informations nécessaires à l'évaluation de l'IT (quantification de la sévérité et diagnostic étiologique). L'évaluation en ETT de la fonction ventriculaire droite et des dimensions des cavités droites (diamètre de l'anneau, diamètre du VD et surface de l'OD) est indispensable pour comprendre et analyser une fuite tricuspide.

L'échographie transœsophagienne (ETO) peut être réalisée en complément de l'ETT, elle apporte une analyse plus précise de l'anatomie valvulaire et de l'anneau tricuspide en 2 et 3 dimensions. Elle permet également de localiser de manière précise la fuite en 3 dimensions et une meilleure compréhension du mécanisme. En ETO, la valve tricuspide peut être visualisée en incidence 4 cavités (0-30°), petit axe (50-80°), sur la coupe bi-cavale (110-140°) et trans-gastrique (0-30°).

2. Écho-anatomie de la valve tricuspide

En ETT 2D, les 3 feuillets de la tricuspide ne peuvent pas être visualisés simultanément. La coupe apicale 4 cavités visualise le feuillet septal à proximité du septum interventriculaire et le feuillet antérieur en regard de la paroi libre (fig. 5). La coupe parasternale grand axe centrée sur le VD visualise le feuillet antérieur à proximité de la sonde et, généralement, le feuillet septal en postérieur, à distance de la sonde. Enfin, en petit axe, le feuillet adjacent à la valve aortique est soit le feuillet septal, soit le feuillet antérieur, tandis que le feuillet en regard de la paroi libre du VD est généralement le feuillet postérieur.

De manière schématique, le feuillet antérieur est habituellement le feuillet de plus grande dimension visualisé.

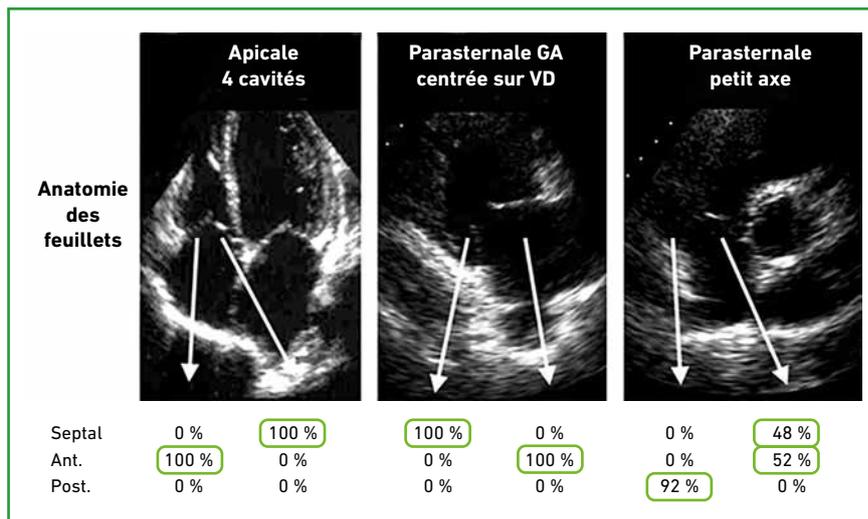


Fig. 5 : Feuillets tricuspides visualisés en fonction de l'incidence en échographie cardiaque.

L'échocardiographie 3D (ETT et/ou ETO) permet de visualiser de manière simultanée les 3 feuillets de la valve tricuspide, et ainsi d'analyser de manière précise l'anatomie valvulaire et l'étiologie de la valvulopathie tricuspide. Il est intéressant de noter que seules 53,9 % des valves tricuspides sont effectivement tricuspides. Dans 40,9 % des cas, elles sont en réalité quadricuspides [8, 9].

Diagnostic étiologique de l'IT

Il existe deux grands types d'IT : l'insuffisance tricuspide fonctionnelle (ou secondaire) et l'insuffisance tricuspide organique (ou primitive). L'ETT est généralement suffisante pour faire le diagnostic étiologique. Les étiologies de l'IT sont résumées dans le **tableau I**.

Classification morphologique	Sous-groupe	Pathologie spécifique
IT primitive (ou organique)	Valvulopathie acquise	Endocardite Valve carcinoïde Valvulopathie toxique Valvulopathie dégénérative Valvulopathie myxomateuse Valve rhumatismale Traumatismes, iatrogénie (biopsies)
	Valvulopathie congénitale	Anomalie d'Ebstein Tétralogie de Fallot ou transposition des gros vaisseaux réparées Dysplasie de la tricuspide
IT secondaire (ou fonctionnelle)	Cardiopathie gauche	Valvulopathie ou cardiomyopathie
	Cardiopathie droite	Infarctus du VD Cardiomyopathie du VD (DVDA)
	Hypertension pulmonaire	Maladie vasculaire pulmonaire Maladie parenchymateuse pulmonaire Cardiopathie gauche Shunt gauche-droit (Eisenmenger)
	Anomalies de l'oreillette droite	Fibrillation atriale

Tableau I : Résumé des étiologies de l'IT.

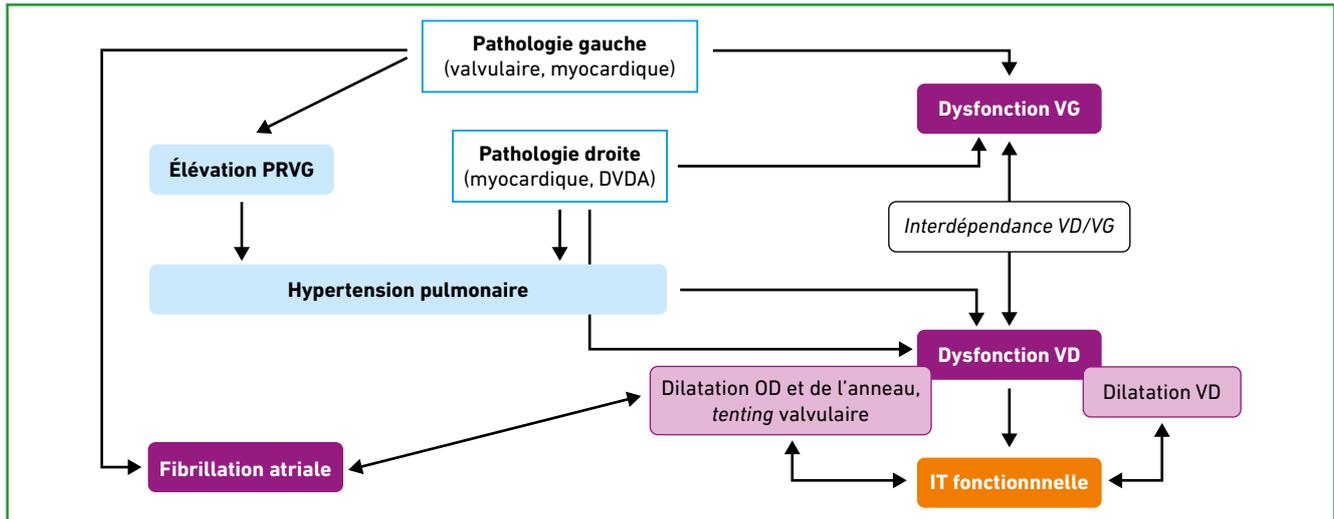


Fig. 6 : Résumé des mécanismes impliqués dans l'évolution de l'IT fonctionnelle. PRVG : pressions de remplissage ventriculaires gauches ; DVDA : dysplasie ventriculaire droite arythmogène.

1. Insuffisance tricuspide fonctionnelle

Il s'agit de la forme la plus fréquente, qui représente 80 % environ des IT [10]. Elle est définie par une fuite systolique en présence d'un tissu valvulaire et d'un appareil sous-valvulaire structurellement normaux. Le mécanisme le plus fréquent est une restriction des 3 feuillets en systole en rapport avec la dilatation de l'anneau tricuspide [11] secondaire au remodelage du VD. L'IT fonctionnelle n'est donc pas une maladie de la valve mais du ventricule droit et de l'anneau.

Le remodelage du VD et de l'anneau est consécutif soit à une valvulopathie du cœur gauche (surtout mitrale), soit

à une cardiomyopathie gauche (ischémique ou non) [12]. Le remodelage du VD peut aussi être la conséquence d'une pathologie vasculaire pulmonaire, d'un infarctus du VD ou d'une stimulation permanente du VD (patients porteurs d'un stimulateur cardiaque).

La fibrillation atriale (FA) est également un facteur fortement associé à la présence d'une IT fonctionnelle. La prévalence de l'IT peut ainsi atteindre 35 % en cas de FA isolée. Elle agit donc à la fois comme une cause et une conséquence de l'IT, mais c'est aussi un facteur indépendamment associé à la progression de l'IT [13].

La présence d'une sonde ventriculaire droite (pacemaker ou défibrillateur

implantable) est également associée à une prévalence plus élevée des IT significatives. Les IT associées aux sondes de pacemaker sont difficilement classables car le mécanisme peut être une perforation, une restriction fibreuse des feuillets valvulaires liées au passage transvalvulaire de la sonde ou un asynchronisme VD-VG [14].

Dans tous les cas, les mécanismes impliqués dans l'IT fonctionnelle sont interdépendants et résumés dans la **figure 6**.

2. Insuffisance tricuspide organique

Les IT dites "primitives" ou "organiques" sont plus rares puisqu'elles représentent environ 20 % de toutes

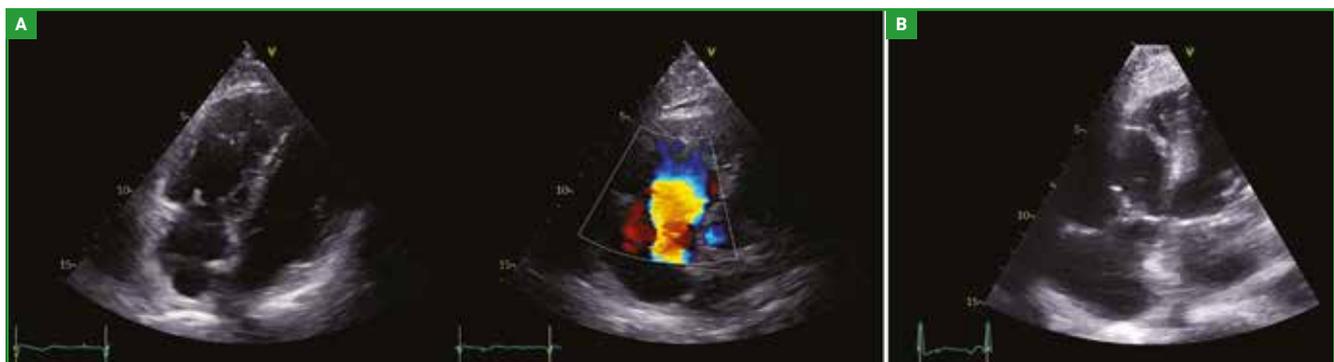


Fig. 7 : Exemple de fuite tricuspide sur endocardite infectieuse (A) et sur valve carinoïde (B).

Le dossier – Valve tricuspide

les fuites tricuspides. Elles sont liées à une atteinte primitive de la valve et/ou de son appareil sous-valvulaire. Les mécanismes impliqués sont identiques à ceux des régurgitations mitrales [15]. Les étiologies les plus fréquentes sont les cardiopathies congénitales ou les pathologies acquises (endocardite infectieuse, pathologie rhumatismale ou carcinomateuse, valve radique, traumatismes) (fig. 7).

Diagnostic de sévérité

Tout l'enjeu est de déterminer si la fuite est sévère ou non afin de guider la prise en charge thérapeutique. Le diagnostic de sévérité est échocardiographique et, comme pour toutes les autres valvulopathies, multiparamétrique. Cependant, les valeurs seuils sont moins bien documentées que dans les valvulopathies gauches. La fuite est repérée en Doppler couleur, en balayant toutes les incidences caractéristiques.

L'évaluation qualitative visuelle sur l'extension ou l'aire du jet en Doppler couleur dans l'OD est subjective et influencée par de nombreux facteurs, elle n'est donc plus recommandée pour grader une IT. Les principaux paramètres utilisés sont : le rayon de la PISA, la surface de l'orifice régurgitant, la largeur de la *vena contracta* et le flux veineux sus-hépatique.

1. Rayon de PISA et surface de l'orifice régurgitant

Le paramètre le plus utilisé en pratique courante pour classer la fuite est le **rayon de la PISA** (*Proximal Isovelocity Surface Area*). L'IT est ainsi définie, selon les recommandations, comme **modérée** pour un rayon de PISA ≤ 5 mm, **moyenne** pour un rayon de PISA entre 6 et 9 mm et **sévère** pour un rayon de PISA > 9 mm [16, 17].

Les trois étapes pour quantifier une IT en échocardiographie sont :

- **Repérage du rayon de PISA** : le rayon de la PISA est déterminé dans la coupe où la zone de convergence est la mieux visualisée, à l'aide du Doppler couleur, en zoomant sur la valve tricuspide et en abaissant la limite de Nyquist dans le sens de la fuite à environ -28 cm/s. Il est important d'évaluer la fuite dans toutes les incidences où elle est visible afin de trouver le rayon de PISA le plus grand.

- **Mesure du rayon de PISA** : en avançant ensuite image par image en systole, on repère le rayon de PISA le plus circulaire possible, en s'assurant de voir au maximum les 3 composantes de la fuite (fig. 8). Le centre de la PISA est pris au niveau de la *vena contracta*, et le rayon est mesuré jusqu'au 1^{er} *aliasing*.

- **Recueil de la vitesse maximale de la fuite** : s'aider du Doppler couleur pour optimiser l'échantillonnage, puis tirer en Doppler continu dans la fuite. Il faut obtenir un flux complet et non tronqué afin de recueillir la vitesse maximale (V_{\max}) (fig. 8). La vitesse maximale du flux d'IT n'est pas proportionnelle à la sévérité de la fuite. En effet, une vitesse basse < 2 m/s signe généralement une fuite tricuspide sévère avec une égalisation des pressions entre le VD et l'OD. En revanche, une enveloppe parabolique incomplète ou tronquée est évocatrice d'une fuite minime ou modérée alors qu'une enveloppe dense et triangulaire est évocatrice d'une fuite sévère.

La méthode de la PISA permet de calculer la surface de l'orifice régurgitant (SOR) par l'équation de continuité, ainsi que le volume régurgitant : $SOR = 2 \cdot \pi R_{\text{pisa}}^2 \cdot V_{\text{aliasing}} / V_{\max}$. Une $SOR \geq 40$ mm² (ou un volume régurgitant ≥ 45 mL/battement) définit une fuite sévère et est associée à un mauvais pronostic [18]. Contrairement à l'insuffisance mitrale fonctionnelle, les seuils de SOR ne sont pas différents selon qu'il s'agit d'une IT primitive ou secondaire. La méthode de la SOR n'est pas affectée par l'étiologie de la fuite mais la forme de la PISA est affectée par la vitesse d'*aliasing* et repose sur une approximation circulaire qui peut être prise en défaut lorsque l'orifice régurgitant est elliptique ou qu'il existe un défaut de coaptation comme c'est parfois le cas dans les IT fonctionnelles sévères.

La mesure du rayon de la PISA et de la SOR peut également être obtenue en ETO 2 et 3 dimensions. Les seuils de sévérité sont cependant moins bien validés qu'en ETT [15]. Ces seuils sont susceptibles d'évoluer car la frontière entre IT moyenne et sévère (grades 3 et 4) est difficile à déterminer. Un travail récent a en effet montré que ces deux entités partagent le même pronostic [19]. Cela peut s'expliquer par la grande dépendance de l'IT, avec des modifications significatives du volume régurgitant en fonction des phases du cycle

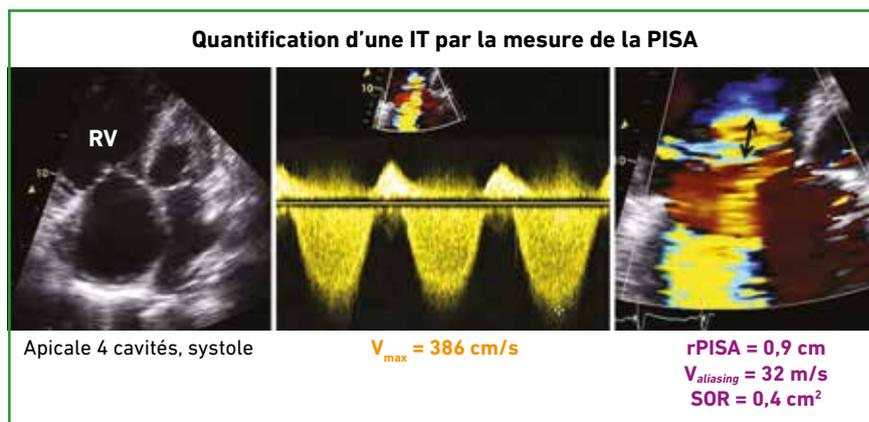


Fig. 8 : Exemple de mesure du rayon de PISA et calcul de SOR d'une fuite tricuspide sévère.

respiratoire et donc des pressions intra-thoraciques [20] ou de la volémie [21]. Pour cette raison, de nouveaux seuils de sévérité ont été proposés avec un dernier stade de “fuite torrentielle” pour définir les IT les plus sévères avec une SOR ≥ 80 mm². Ils doivent encore être validés prospectivement [22].

2. Vena contracta

La *vena contracta* (VC) est la largeur du jet à l’origine de la régurgitation. Son avantage est d’être indépendante des conditions de charge mais elle est plus difficile à mesurer. Ainsi, de petites erreurs de mesure induisent de grandes différences dans la quantification de la sévérité de la fuite. Cette méthode est donc surtout utile pour les valeurs extrêmes. En cas de jets multiples, les largeurs de VC des différents jets ne peuvent être additionnées.

La VC de l’insuffisance tricuspide est mesurée en coupe apicale 4 cavités ; il n’est pas utile de modifier la vitesse d’*aliasing*. Après avoir ajusté les gains et la profondeur, il est recommandé de visualiser la fuite avec une zone couleur la plus étroite possible pour augmenter la résolution. La VC se mesure de façon perpendiculaire à la direction du jet et une valeur ≥ 7 mm est évocatrice d’une fuite tricuspide sévère (fig. 9).

3. Flux veineux sus-hépatique

Le flux veineux sus-hépatique est recueilli en coupe sous-xiphœidienne. Il faut utiliser le Doppler couleur pour repérer le flux dans une veine sus-hépatique et aligner le tir en Doppler pulsé avec le flux couleur visualisé (fig. 10). Une inversion systolique du flux veineux hépatique est spécifique d’une

fuite tricuspide sévère, mais il s’agit d’un signe peu sensible qui peut être pris en défaut en cas de fibrillation atriale avec conduction rétrograde. Toute IT sévère ne s’accompagne donc pas d’une inversion du flux veineux sus-hépatique.

Enfin, l’évaluation de la fuite tricuspide est indissociable de l’évaluation du retentissement sur les cavités droites :

>>> La dilatation des cavités droites

se majore au fur et à mesure que la fuite tricuspide devient sévère. Une IT sévère s’accompagne forcément d’une dilatation des cavités cardiaques droites. Les dimensions des cavités droites sont obtenues à partir de la coupe apicale 4 cavités grâce à la mesure des diamètres basal, médian et longitudinal du VD. La surface du VD en systole et en diastole est également mesurée (fig. 11). L’OD et la veine cave inférieure sont dilatées en cas de fuite tricuspide significative.

>>> La fonction ventriculaire droite

est à la fois un élément du pronostic évolutif de l’IT mais aussi du pronostic postopératoire [19, 23]. Elle peut être évaluée par l’excursion systolique de l’anneau tricuspide (TAPSE, normale > 16 cm), la vélocité de l’onde S à l’anneau tricuspide en Doppler tissulaire (normale $> 9,5$ cm/s) et la fraction de raccourcissement de surface (FRSVD, normale > 35 %) (fig. 12). Il faut noter que le TAPSE et la vélocité de l’onde S ne sont plus corrélés à la fonction VD en cas d’IT sévère. La fonction systolique du VD devrait alors n’être évaluée que par la fraction de raccourcissement surfacique [24].

>>> L’évaluation des pressions droites

(PAPs sur le flux d’IT, à condition qu’elle ne soit pas laminaire, pression atriale droite estimée par la dilatation et la compliance de la veine cave inférieure) vient compléter l’évaluation échographique des cavités droites.

Deux autres paramètres ne doivent pas être oubliés dans l’évaluation d’une fuite tricuspide, à visée préthérapeutique :



Fig. 9 : Exemple de mesure de la *vena contracta*.

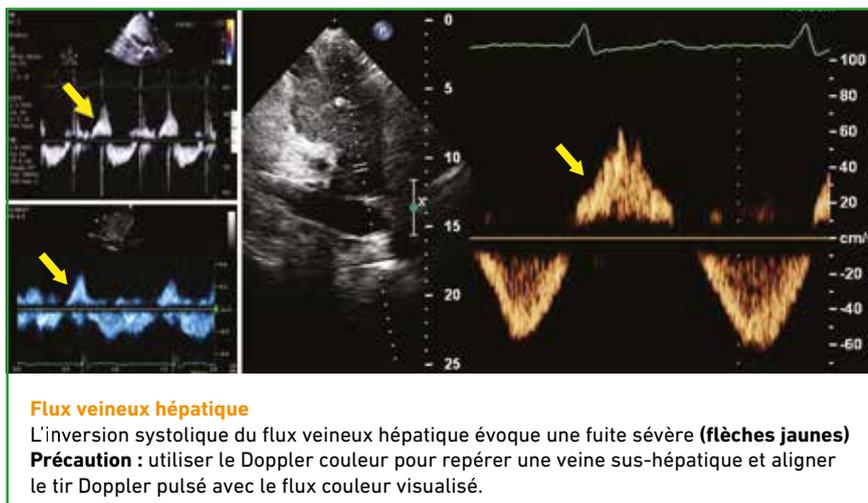


Fig. 10 : Évaluation du flux veineux sus-hépatique.

Le dossier – Valve tricuspide

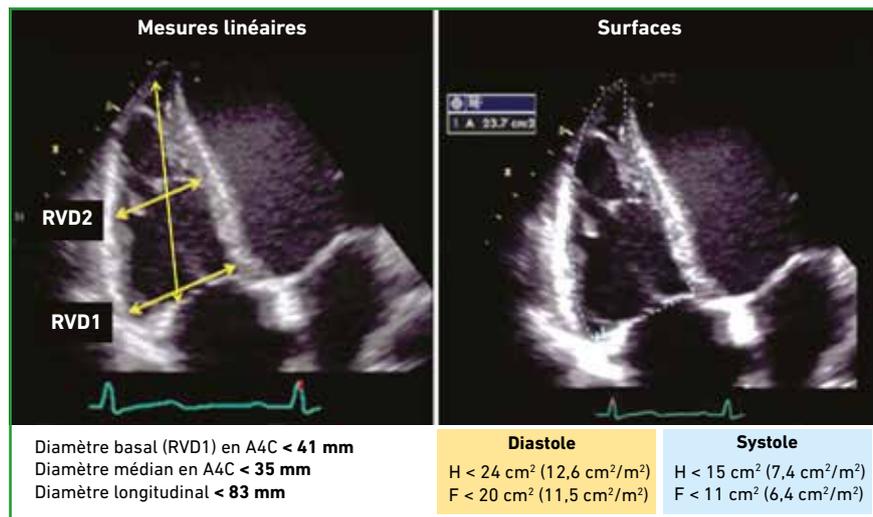


Fig. 11 : Évaluation de la dilatation du ventricule droit : mesures linéaires et surfaces.

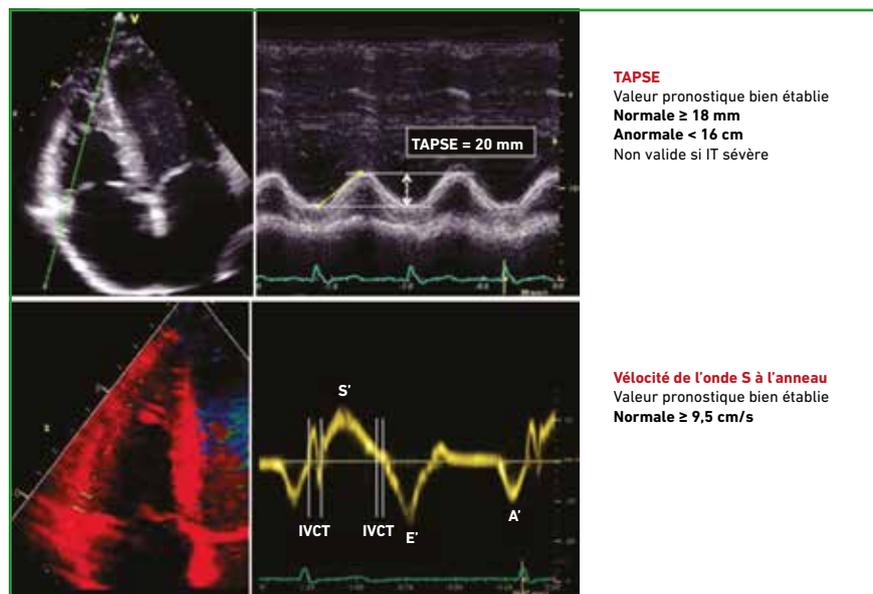


Fig. 12 : Évaluation de la fonction ventriculaire droite : TAPSE et onde S.

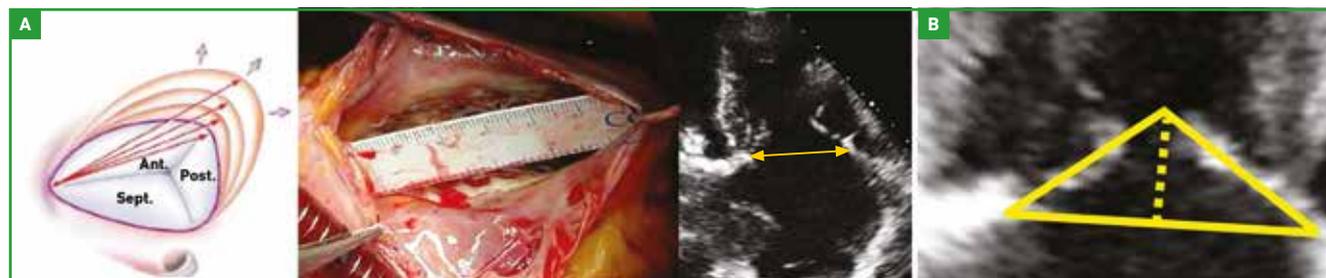


Fig. 13 : A : mesure du diamètre de l'anneau tricuspide en télédiastole en coupe apicale 4 cavités en ETT. B : hauteur (pointillés) et aire (triangle) de tenting mesurée en mésosystole.

>>> Le diamètre télédiastolique de l'anneau tricuspide (AT), indépendamment corrélé à la sévérité de l'IT [12]. L'AT est dilaté lorsqu'il est > 40 mm (ou 21 mm/m² de surface corporelle) en coupe apicale 4 cavités (fig. 13A). Cela correspond en général à une mesure chirurgicale de l'anneau d'environ 70 mm (diamètre étiré ou demi-périmètre). La réparation valvulaire au-delà de ce seuil donne de bons résultats [25].

>>> La hauteur de tenting (hauteur entre le centre de l'AT et le point de coaptation valvulaire) et la surface de tenting (surface entre le plan de l'AT et le point de coaptation valvulaire) (fig. 13B). Une surface de tenting > 1,63 cm² ou une hauteur de tenting > 7,6 mm sont associées à une plus grande fréquence de fuites résiduelles après chirurgie tricuspide [26].

4. Intégration des paramètres échographiques

Devant la multiplicité des paramètres échographiques, l'évaluation de la sévérité des IT reste multiparamétrique. Un résumé des paramètres mesurés pour la quantification de l'IT est proposé dans le tableau II ainsi qu'un algorithme diagnostique (fig. 14) reprenant les paramètres les plus utilisés en pratique clinique.

Diagnostic clinique

L'examen clinique est souvent pauvre dans l'IT car il s'agit d'une valvulopathie longtemps asymptomatique. Elle

Le dossier – Valve tricuspide

Degré de la fuite	Minime à modéré	Moyenne	Sévère
Mesures semi-quantitatives			
Vena contracta (mm)	Non défini	< 7	≥ 7
Rayon de PISA (mm)	≤ 5	6-9	> 9
Flux VSH	Dominance systolique	Émoussement systolique	Inversion systolique
Mesures quantitatives			
SOR (mm²)	Non définie	Non définie	≥ 40
VR (mL/batt.)	Non définie	Non définie	≥ 45

Tableau II : Résumé des principales mesures semi-quantitatives et quantitatives pour l'évaluation d'une fuite tricuspide.

est également difficile à dépister en raison du caractère souvent inaudible du souffle à l'auscultation, le VD opérant à un régime de pression sensiblement plus bas que le ventricule gauche. Le diagnostic des fuites tricuspides significatives n'est ainsi souvent réalisé qu'au stade de la première décompensation cardiaque. Ce stade correspond à l'insuffisance ventriculaire droite et à toutes les conséquences clinico-biologiques de congestion veineuse d'amont : asthénie, dyspnée, hépatomégalie, reflux

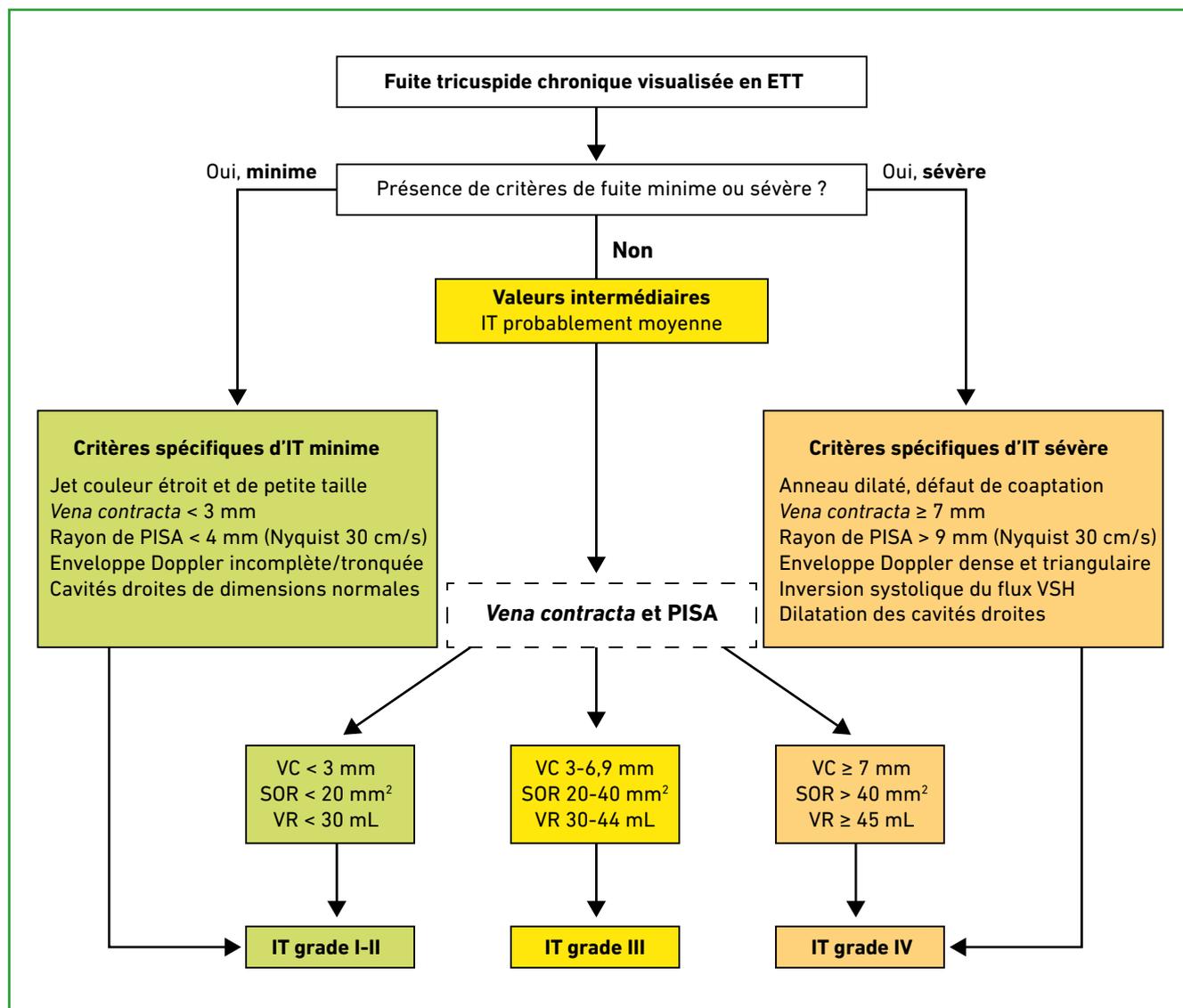


Fig. 14 : Algorithme diagnostique des fuites tricuspides. ETT : échographie cardiaque transthoracique ; IT : insuffisance tricuspide ; VSH : veine sus-hépatique ; VC : vena contracta ; SOR : surface de l'orifice régurgitant ; VR : volume régurgitant.

hépato-jugulaire, œdèmes des membres inférieurs, ascite cardiaque, cholestase et cytolysse.

■ Conclusion

L'insuffisance tricuspide est donc une valvulopathie fréquente dont l'impact pronostique est significatif. Longtemps sous-estimée, son évaluation et son traitement ont été améliorés au cours de la dernière décennie. Avec l'arrivée de nouvelles perspectives thérapeutiques percutanées, l'enjeu d'une évaluation et d'une quantification correctes des fuites tricuspides est de permettre aux cliniciens de proposer à chaque patient la solution la plus adaptée.

BIBLIOGRAPHIE

- SINGH JP, EVANS JC, LEVY D *et al.* Prevalence and Clinical Determinants of Mitral, Tricuspid and Aortic Regurgitation (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol*, 1999;83:897-902.
- NATH J, FOSTER E, HEIDENREICH PA. Impact of Tricuspid Regurgitation on Long-Term Survival. *J Am Coll Cardiol*, 2004;43:405-409.
- TARAMASSO M, VANERMEN H, MAISANO F *et al.* The Growing Clinical Importance of Secondary Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol*, 2012;59:703-710.
- PRIHADI EA, DELGADO V, LEON MB *et al.* Morphologic Types of Tricuspid Regurgitation: Characteristics and Prognostic Implications. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019;12:491-499.
- KIM YJ, KWON DA, KIM HK *et al.* Determinants of surgical outcome in patients with isolated tricuspid regurgitation. *Circulation*, 2009;120:1672-1678.
- WANG N, FULCHER J, ABEYSURIYA N *et al.* Tricuspid regurgitation is associated with increased mortality independent of pulmonary pressures and right heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*, 2019;40:476-484.
- DI MAURO M, BEZANTE GP, DI BALDASSARRE A *et al.* Functional tricuspid regurgitation: an underestimated issue. *Int J Cardiol*, 2013;168:707-715.
- HAHN RT. State-of-the-Art Review of Echocardiographic Imaging in the Evaluation and Treatment of Functional Tricuspid Regurgitation. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2016;9:e005332.
- HAHN RT, WECKBACH LT, NOACK T *et al.* Proposal for a Standard Echocardiographic Tricuspid Valve Nomenclature. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021;S1936-878X(21)00075-9. Online ahead of print.
- ONG K, YU G, JUE J. Prevalence and spectrum of conditions associated with severe tricuspid regurgitation. *Echocardiography*, 2014;31:558-562.
- MUTLAK D, LESSICK J, REISNER SA *et al.* Echocardiography-based Spectrum of Severe Tricuspid Regurgitation: The Frequency of Apparently Idiopathic Tricuspid Regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007;20:405-408.
- DE MEESTER P, VAN DE BRUAENE A, HERJGERS P *et al.* Tricuspid valve regurgitation: prevalence and relationship with different types of heart disease. *Acta Cardiol*, 2012;67:549-556.
- SHIRAN A, NAJJAR R, ADAWI S *et al.* Risk factors for progression of functional tricuspid regurgitation. *Am J Cardiol*, 2014;113:995-1000.
- AL-MOHAISSEN MA, CHAN KL. Prevalence and mechanism of tricuspid regurgitation following implantation of endocardial leads for pacemaker or cardioverter-defibrillator. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012;25:245-252.
- HUTTIN O, VOILLIOT D, MANDRY D *et al.* All you need to know about the tricuspid valve: Tricuspid valve imaging and tricuspid regurgitation analysis. *Arch Cardiovasc Dis*, 2016;109:67-80.
- Baumgartner H, Falk V, Bax JJ *et al.* 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2017;38(36):2739-2791.
- ZOGHBI WA, ADAMS D, BONOW RO *et al.* Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*, 2017;30:303-371.
- TOPILSKY Y, NKOMO VT, VATURY O *et al.* Clinical outcome of isolated tricuspid regurgitation. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2014;7:1185-1194.
- DIETZ MF, PRIHADI EA, VAN DER BIJL P *et al.* Prognostic Implications of Right Ventricular Remodeling and Function in Patients With Significant Secondary Tricuspid Regurgitation. *Circulation*, 2019;140(10):836-845. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.039630
- TOPILSKY Y, TRIBOUILLOY C, MICHELENA HI *et al.* Pathophysiology of tricuspid regurgitation: quantitative Doppler echocardiographic assessment of respiratory dependence. *Circulation*, 2010;122:1505-1513.
- CIRIT M, OZKAHYA M, CINAR CS *et al.* Disappearance of mitral and tricuspid regurgitation in haemodialysis patients after ultrafiltration. *Nephrol Dial Transpl*, 1998;13:389-392.
- HAHN RT, ZAMORANO JL. The need for a new tricuspid regurgitation grading scheme. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017;18:1342-1343.
- BOOTSMA IT, DE LANGE F, KOOPMANS M *et al.* Right Ventricular Function After Cardiac Surgery Is a Strong Independent Predictor for Long-Term Mortality. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017;31:1656-1662.
- HSIAO SH, LIN SK, WANG WC *et al.* Severe tricuspid regurgitation shows significant impact in the relationship among peak systolic tricuspid annular velocity, tricuspid annular plane systolic excursion, and right ventricular ejection fraction. *J Am Soc Echocardiogr*, 2006;19:902-910.
- DREYFUS GD, CORBI PJ, CHAN KMJ, BAHRAMI T. Secondary Tricuspid Regurgitation or Dilatation: Which Should Be The Criteria for Surgical Repair? *Ann Thorac Surg*, 2005;79:127-132.
- FUKUDA S, SONG JM, GILLINOV AM *et al.* Tricuspid valve tethering predicts residual tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation*, 2005;111:975-979.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.