

Chirurgie de remplacement valvulaire aortique à l'ère du TAVI

T. MANIGOLD*, T. SENAGE**

*Service de Cardiologie et Maladies vasculaires, Hôpital Nord-Laennec, CHU NANTES.

**Service de Chirurgie thoracique et cardiovasculaire, Hôpital Nord-Laennec, CHU NANTES.

Le rétrécissement aortique (RA) est la pathologie valvulaire la plus fréquente dans le monde occidental avec près de 7,6 millions de personnes atteintes d'une forme modérée à sévère. Plusieurs études sont en cours pour évaluer des traitements préventifs médicamenteux mais le seul traitement efficace à ce jour est le remplacement valvulaire aortique par voie chirurgicale ou percutanée (TAVI) [1]. Si les dernières recommandations européennes n'ont pas modifié en profondeur les indications opératoires, le choix de la technique s'est largement orienté vers le traitement percutané sous couvert d'une discussion médico-chirurgicale au sein d'une "Heart Team" [2].

Nous vous proposons dans cette revue de revenir plus largement sur les dernières recommandations européennes, les recommandations HAS et de préciser le parcours actuel d'un patient porteur d'un rétrécissement aortique ainsi que le futur de la technique.

Que disent les recommandations européennes 2021 ? [2]

1. Le diagnostic

L'échographie est l'examen clé pour le diagnostic et pour l'évaluation de la sévérité du rétrécissement aortique calcifié (RAC). Le diagnostic de sévérité est facile lorsque le gradient moyen est > 40 mmHg, la $V_{max} > 4$ m/s (*high gradient*) et que la surface valvulaire est < 1 cm². En revanche, l'évaluation de la sévérité peut s'avérer compliquée en cas de gradient bas < 40 mmHg (*low gradient*) avec une surface valvulaire < 1 cm². En cas d'altération de la fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG), le bilan pourra être complété par une

échographie dobutamine. Si la FEGV est conservée, le calcul du volume d'éjection en mL/m² (< 35 mL/m² = *low flow*) est alors indispensable pour séparer le RAC sévère du RAC modéré et éviter une intervention inutile.

Dans les situations difficiles, le calcul du score calcique obtenu lors du scanner peut être une aide précieuse pour les distinguer.

2. Les indications

Le seul traitement curatif du RAC serré est le remplacement valvulaire aortique dont l'indication est formelle en cas de symptômes. Nous avons vu que le diagnostic de sévérité n'est pas toujours aisé. De même, la symptomatologie est

parfois sous-estimée et l'épreuve d'effort peut s'avérer un complément indispensable chez le patient se disant asymptomatique.

En cas de symptômes, la présence d'un gradient élevé ou l'association bas gradient avec surface < 1 cm², volume d'éjection indexé < 35 mL/m² et FEVG < 50 % est une recommandation de niveau I.

En cas de *low flow/low gradient* et FEVG conservée, le niveau de recommandation est plus bas (IIA) et le caractère sévère du RAC doit être bien confirmé, en s'aidant par exemple d'un score calcique.

En l'absence de symptômes décrits par le patient, l'indication est formelle en

cas d'altération de la fonction ventriculaire gauche ou de la mise en évidence de symptômes au cours de l'épreuve d'effort. Le niveau de recommandation est plus faible (IIA) mais l'indication peut être retenue en cas de chute de pression > 20 mmHg à l'effort, de RAC critique (> 60 mmHg ou $V_{max} > 5$ m/s), de calcification sévère, de progression > 0,3 m/s/an ou de BNP 3 × supérieur à la normale en cas de stabilité clinique.

Chez le patient porteur d'un rétrécissement aortique serré asymptomatique et n'ayant aucun de ces critères, une surveillance clinique et échographique biannuelle est de mise.

3. Le choix de la technique

Il existe à l'heure actuelle deux solutions thérapeutiques : le remplacement chirurgical cardiaque à cœur arrêté et l'implantation percutanée (TAVI). Depuis l'implantation de la première valve percutanée le 16 avril 2002 au CHU de Rouen par le Pr Cribier et son équipe, les indications du TAVI se sont considérablement étendues [3]. Les essais randomisés de grande envergure ont tour à tour montré la supériorité du TAVI par rapport au traitement médical chez les patients contre-indiqués à la chirurgie puis la non-infériorité du TAVI par rapport à la chirurgie chez les patients à haut, intermédiaire puis bas risque [4-7].

À noter que l'essai randomisé PARTNER 3, chez le patient à bas risque, a même montré la supériorité du TAVI (valve percutanée Edwards SAPIEN 3) sur la chirurgie cardiaque à 1 puis 2 ans sur un critère composite mortalité, AVC, réhospitalisation [8]. L'essai randomisé Evolut Low Risk (valve percutanée Medtronic CoreValve) a montré la non-infériorité du TAVI par rapport à la chirurgie à 2 ans sur un critère composite mortalité et AVC [9].

Dans le sillage de ces deux dernières publications, les dernières recommandations européennes publiées en sep-

tembre 2021 font la part belle au TAVI en cas d'anatomie favorable et de possibilité d'un accès fémoral :

- TAVI en première intention pour tous les patients de plus de 75 ans ;
- TAVI en première intention chez tous les patients à haut risque chirurgical (défini par un score STS ou Euroscore II > 8), quel que soit leur âge.

Néanmoins, il nous semble trop tôt pour proposer d'abaisser le seuil retenu pour une procédure TAVI plutôt que chirurgicale en dessous de 75 ans comme le proposent les recommandations américaines de cardiologie suite au résultat de ces deux essais randomisés de grande envergure sur le faible risque [10].

Il existe un certain nombre d'arguments qui incitent à la prudence dans ce contexte où le TAVI semble avoir pris l'ascendant sur la chirurgie ouverte de remplacement valvulaire aortique.

■ Recommandations HAS

Dans le décret paru au *Journal Officiel* en juillet 2021 (commission du 16 mars), l'Assurance Maladie rembourse la valve SAPIEN 3 chez les patients à faible risque de plus de 65 ans quel que soit leur score de risque, à condition que la valve soit tricuspide, que l'abord fémoral soit possible et qu'il n'y ait pas d'indication à une chirurgie associée (pontage ou valve mitrale).

La valve Corevalve Evolute Pro de Medtronic (commission du 2 février 2021) est remboursée chez les patients de moins de 70 ans à faible risque à condition que la valve soit tricuspide, que l'abord fémoral soit possible et qu'il n'y ait pas d'indication à une chirurgie associée (pontage ou valve mitrale).

À noter que le remboursement n'est effectif que si l'indication est posée lors d'une réunion multidisciplinaire, en prenant en compte des scores de risque et les comorbidités associées pour les deux types de valve.

■ Faut-il aller plus vite ?

Comme nous avons pu le voir, la révolution vers le "presque tout" TAVI semble être en marche. Le manque de recul et de données sur certains points incite néanmoins à rester prudent.

Il faut avoir conscience que les études sur le bas risque ont exclu de la randomisation les anatomies les plus complexes, notamment les calcifications massives et protrusives de l'anneau, anatomies pour lesquelles un résultat optimal est plus difficile à obtenir par voie percutanée.

Certaines complications mineures qui n'ont pas d'impact pronostique à court terme ou chez les patients âgés pourraient en avoir sur le long terme ou chez des patients plus jeunes. Ainsi, la présence d'une fuite aortique même minime, la survenue d'un bloc de branche gauche (BBG), la nécessité d'implanter un pace-maker (PM) permanent ou encore la difficulté d'accès aux ostia coronaires pourraient avoir un impact sur le pronostic des patients implantés d'une valve percutanée et ayant une espérance de vie de plus de 10 ou 15 ans. De plus, nous manquons encore de recul sur la durabilité des prothèses percutanées et sur l'efficacité du RedoTAVI, même si cette procédure semble montrer des résultats préliminaires satisfaisants [11].

Parmi les points nécessitant encore une attention particulière, se trouvent :

● Les troubles de la conduction

On sait que l'implantation d'un PM et la survenue d'un BBG en post-implantation pourraient être associés à une augmentation de la morbi-mortalité et leur impact sur le long terme sur la mortalité et l'insuffisance cardiaque est encore mal connu [12, 13]. L'impact chez des patients plus jeunes est incertain.

Le taux de PM en post-TAVI varie en fonction des séries et du type de valve implantée TAVI. Pour la valve

Medtronic Evolute R, il se situe entre 14,7 et 26,7 % alors que pour la valve Edwards SAPIEN 3, il se situe entre 4 et 24 % en fonction des séries [14, 15]. L'incidence du BBG varie également en fonction des séries et du type de valve implantée. Autour de 27 % pour la valve Medtronic Evolute R et de 11 % pour la valve Edwards SAPIEN 3 [16].

L'implantation des prothèses percutanées en position haute pourrait diminuer le risque de troubles de la conduction et la nécessité d'implantation d'un pacemaker en post-procédure TAVI [17, 18]. Il faudra cependant rester vigilant pour que cette implantation haute dans les sinus de Valsalva ne gêne pas l'accès ultérieur aux ostia coronaires.

● Fuite paraprothétique

La présence d'une fuite modérée à sévère en post-implantation est devenue rare avec moins de 1 % dans PARTNER 3 et moins de 3,5 % dans Evolut Low Risk dans une population bien sélectionnée [8, 9].

Néanmoins, la présence d'une fuite minime est fréquente (29 % dans PARTNER 3 et 33,1 % dans Evolut Low Risk). La présence d'une fuite modérée à sévère est associée à une augmentation de la mortalité à moyen terme. Concernant la fuite minime, les données actuelles permettent difficilement de conclure en raison notamment de la difficulté à évaluer précisément l'importance de la fuite [19].

La présence de calcification massive asymétrique, le degré d'oversizing de la valve, son mauvais positionnement ou encore la présence d'une bicuspidie sont autant de paramètres associés au risque de survenue d'une fuite paraprothétique [20].

À noter que, dans les études randomisées et notamment sur les patients à faible risque, les anatomies défavorables ont été exclues. Ainsi, malgré les résultats en faveur du TAVI, il faut rester prudent

sur une stratégie TAVI tout-venant et poursuivre les discussions collégiales en *Heart Team*.

● Durabilité, "RedoTAVI" et accès coronaire

Il nous manque encore aujourd'hui des données sur la durabilité à long terme. Les données à 5 ans montrent un taux de dégénérescence très faible, que ce soit pour les valves self- ou balloon-expandables [21]. Nous avons peu de données au-delà : dans l'étude NOTION qui incluait majoritairement des patients à bas risque le taux de dégénérescence était identique à 6 ans entre TAVI et chirurgie (6,7 % vs 7,5 % ; $p = 0,89$) et à 8 ans le risque était plus bas pour le TAVI que pour la chirurgie (13,9 % vs 28,3 % ; $p = 0,0017$) [22].

Concernant le RedoTAVI, les données sont encourageantes même si elles portent sur un faible nombre de patients. Dans une étude incluant les patients, tous ont pu bénéficier de la procédure avec seulement 2 occlusions coronaires, sans décès pendant la procédure [23]. Il est encore trop tôt pour juger de la durabilité de ces secondes prothèses implantées.

Ces procédures sont par ailleurs dépendantes du type de prothèse précédemment implantées. Ainsi, certaines prothèses sont plus radio-opaques, rendant plus facile la procédure, parfois même sans nécessité d'injection d'iode. D'autres, au contraire, rendent la procédure quasi-impossible en raison d'un diamètre résiduel trop faible avec un risque de mismatch majeur post-intervention (prothèse Mitroflow taille 19 par exemple). Enfin, certaines prothèses chirurgicales récentes ont pris en compte la possibilité d'un RedoTAVI en favorisant cette implantation (technologie VFit de la valve Inspiris Edwards [24])

● Accès aux coronaires

Par ailleurs, il est indispensable de maintenir un accès aux ostia coronaires chez

les patients coronariens ou chez des patients jeunes susceptibles de développer une coronaropathie après le traitement de leur valvulopathie aortique. L'implantation d'une valve percutanée peut empêcher l'accès aux coronaires pour plusieurs raisons : déplacement des feuillets natifs, armature métallique de la valve en regard d'un ostium, position supra-annulaire et supra-coronaire de la valve percutanée, position des commissures de la valve percutanée en regard d'un ostium [25]. Une étude récente observe une difficulté d'accès coronaire droit dans 8 % des cas et 16 % pour la coronaire gauche avec la valve SAPIEN 3 contre 26 % et 35 % avec la valve Evolute. L'amélioration du matériel dans le but d'obtenir un meilleur alignement des commissures semble pouvoir faciliter l'accès aux ostia coronaires [26, 27]. L'utilisation de technique de lacération des valves (BASILICA) pourrait jouer un rôle dans le valve-in-valve et le RedoTAVI où le risque d'obstruction coronaire semble plus important [28, 29].

● Les données sur les patients à faible risque

L'étude Evolut Low Risk compare la chirurgie de remplacement valvulaire aortique avec l'implantation percutanée de la valve self-expandable CoreValve Evolut R (Medtronic) chez les patients à faible risque [9]. Le TAVI est non inférieur à la chirurgie sur le critère composite décès ou AVC à 1 et 2 ans de suivi. En revanche, à 1 mois le TAVI est associé à plus de pacemakers (17,5 % vs 6,1 % ; $p < 0,01$) et plus de fuites modérées à sévères (3,5 % vs 0,5 % ; $p < 0,01$).

L'étude PARTNER 3 compare la chirurgie de remplacement valvulaire aortique avec l'implantation percutanée de la valve balloon-expandable SAPIEN 3 (Edwards) chez les patients à faible risque [8]. Cette étude a montré la non-infériorité et la supériorité du TAVI sur la chirurgie sur le critère composite décès, AVC et réhospitalisation à 1 an. Le taux de pacemaker était

POINTS FORTS

- Les dernières recommandations font la part belle au TAVI, avec notamment une indication prioritaire chez tous les patients de plus de 75 ans en cas d'anatomie favorable.
- La discussion en staff médico-chirurgical dédié est primordiale afin de prendre en compte tous les critères patients, tels que les critères anatomiques et les critères cliniques, qui peuvent influencer le choix de la stratégie percutanée ou chirurgicale.
- Si la performance du TAVI n'est plus à démontrer à court et moyen terme, il reste encore des points de vigilance sur les données à long terme.
- Le traitement antithrombotique après implantation d'une valve TAVI est la mono-agrégation plaquettaire ou le traitement anticoagulant en monothérapie en cas d'indication à une anticoagulation au long cours.
- La voie carotidienne est dans notre expérience une excellente alternative à la voie fémorale en cas d'anatomie fémorale non favorable.
- La proximité immédiate de la chirurgie cardiaque ou la pratique du TAVI en salle hybride dédiée peut être salvatrice pour prendre en charge les rares (mais non nulles) complications de type rupture d'anneau.

identique dans les deux groupes (autour de 6,6 %) mais avec une incidence de survenue d'un BBG dans le groupe TAVI plus importante (supérieure à 20 %). La présence d'une fuite modérée à sévère était également identique dans les deux groupes mais avec plus de fuites minimales dans le groupe TAVI (29 % vs 2 % ; $p < 0,01$).

● La thrombose de prothèse

Les données récentes ont montré un taux de thrombose infraclinique de bio-prothèse pouvant concerner 10 à 15 % des patients, plus particulièrement après l'implantation d'une prothèse par voie percutanée [30]. Le retentissement à long terme, notamment sur la durabilité des bioprothèses, n'est pas connu. Le traitement anticoagulant pourrait prévenir leur survenue [31, 32]. Plus rarement, la thrombose se relève par une élévation du gradient moyen à l'échographie avec

un retentissement clinique et le traitement anticoagulant s'avère efficace [33]. La place du scanner dans le suivi des patients reste à définir mais il n'y a pas, à l'heure actuelle, d'indication à en réaliser de façon systématique.

● Le traitement après implantation d'une valve TAVI

L'essai randomisé multicentrique ATLANTIS (Stratum 2) récemment publié a montré qu'une stratégie d'anticoagulation systématique en post-TAVI (chez des patients non éligibles au traitement anticoagulant par ailleurs) n'avait pas d'impact sur les événements cliniques [34]. Le traitement de référence actuel en post-implantation d'une valve percutanée est la mono-antiagrégation plaquettaire, la bi-antiagrégation plaquettaire ayant montré un surrisque hémorragique sans bénéfice sur les événements ischémiques [34-36].

En cas d'indication à une anticoagulation, l'essai ATLANTIS (Stratum 1) a montré la non-infériorité de l'apixaban *versus* antivitamine K (AVK) en post-TAVI [34]. Les dernières recommandations européennes autorisent l'utilisation d'un traitement anticoagulant par AVK ou nouveaux anticoagulants (NACO) en post-TAVI [2].

Depuis le 24 octobre 2018 et en raison des résultats défavorables de l'étude GALILEO [37], l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) contre-indique l'utilisation du rivaroxaban chez les patients ayant bénéficié d'un TAVI. L'étude GALILEO comparait le rivaroxaban associé à de l'aspirine *versus* l'association aspirine et clopidogrel chez les patients sans indication à une anticoagulation orale. Cette interdiction est donc précautionnelle, il n'y a pas de preuve que le rivaroxaban ne puisse pas être continué en monothérapie en post-TAVI chez les patients ayant une indication à une anticoagulation.

En attendant les résultats d'autres essais randomisés, il paraît raisonnable de poursuivre une stratégie par NACO en post-TAVI en privilégiant le traitement par apixaban. En revanche, il n'y pas d'indication à ajouter un antiagrégant plaquettaire au traitement anticoagulant, cette stratégie ayant montré un surrisque hémorragique [38].

■ L'importance du staff et de la décision en Heart Team

Les recommandations actuelles, et notamment sur le bas risque des plus de 75 ans, se sont basées sur les études PARTNER 3 et Evolut Low Risk. Ces études ont exclu les anatomies complexes, notamment les calcifications massives et protrusives de l'anneau. L'ensemble de ces éléments rend indispensable l'évaluation rigoureuse par la *Heart Team* des données cliniques et anatomiques de chaque patient.

Il est donc indispensable de revoir, en staff, les scanners cardiaques de chaque patient avant d'envisager un TAVI et ne pas hésiter collégialement à réorienter les patients vers une prise en charge chirurgicale (tout particulièrement en raison de calcifications majeures pouvant augmenter le risque de fuite paraprothétique, de rupture d'anneau ou si le risque d'occlusion coronaire est jugé important).

La présence de lésions coronaires complexes, avec notamment atteinte du tronc commun ou lésions tritronculaires avec un score Syntax > 33 rendant difficile d'accès un traitement percutané, doivent également faire discuter une stratégie chirurgicale en première intention.

Quid de l'absence d'accès fémorale ? Le TAVI carotidien

En cas d'indication favorable au TAVI mais non accessible par voie fémorale, la voie carotidienne est une bonne alternative en termes de sécurité et de résultats.

Contrairement aux recommandations [2] qui n'incluent aucune voie alternative dans leur conclusion, le TAVI carotidien ou sous-clavier peut rester en deuxième intention si l'anatomie n'est pas favorable, avant de considérer la chirurgie ouverte chez des patients fragiles ou de "forcer" une voie fémorale qui s'annonce périlleuse. Nous avons opté pour cette stratégie dans notre centre.

Notre expérience récente [39] sur la voie carotidienne est rassurante et retrouve une efficacité comparable sans surmortalité ni augmentation des accidents cérébraux. Les complications vasculaires sont significativement moindres, probablement en lien avec l'abord chirurgical qui nécessite souvent une anesthésie associée mais permet une purge efficace. La discussion en *Heart Team* est encore une fois indispensable pour l'orientation des patients vers la procédure la plus adaptée.

Reprise chirurgicale sur rupture d'anneau

Enfin, en cas de réalisation de TAVI fémoraux, l'accès rapide à une conversion chirurgicale dans une salle hybride ou au bloc opératoire doit être organisé. Il doit permettre la réalisation d'une intervention de sauvetage, sous circulation extracorporelle (CEC), pour gérer les complications. Malgré les faibles taux [8, 9] de rupture annulaire ou de tamponnade justifiant la réalisation d'une sternotomie, ces taux resteront non nuls dans les années à venir et justifieront une prise en charge adaptée, tout particulièrement chez le patient à faible risque opératoire.

La réalisation de TAVI dans de véritables salles hybrides, permettant de réaliser dans de bonnes conditions les TAVI et les CEC, reste la meilleure solution. L'accès facilité et sur le même lieu géographique entre unités interventionnelle et chirurgicale est sinon indispensable.

Une prise en charge urgente au bloc opératoire, à proximité immédiate de la salle de cardiologie interventionnelle, est dans notre expérience efficiente et salvatrice pour gérer ces complications redoutables.

BIBLIOGRAPHIE

- MARQUIS-GRAVEL G, REDFORS B, LEON MB *et al.* Medical Treatment of Aortic Stenosis. *Circulation*, 2016;134:1766-1784.
- VAHANIAN A, BEYERSDORF F, PRAZ F *et al.* 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2022;43:561-632.
- CRIBIER A, ELTCHANINOFF H, BASH A *et al.* Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation*, 2002;106:3006-3008.
- LEON MB, SMITH CR, MACK M *et al.* Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*, 2010;363:1597-1607.
- SMITH CR, LEON MB, MACK MJ *et al.* Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*, 2011;364:2187-2198.
- LEON MB, SMITH CR, MACK MJ *et al.* Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*, 2016;374:1609-1620.
- REARDON MJ, VAN MIEGHEM NM, POPMA JJ *et al.* Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*, 2017;376:1321-1331.
- MACK MJ, LEON MB, THOURANI VH *et al.* Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*, 2019;380:1695-1705.
- POPMA JJ, DEEB GM, YAKUBOV SJ *et al.* Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*, 2019;380:1706-1715.
- OTTO CM, NISHIMURA RA, BONOW RO *et al.* 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, 2021;143:e35-e71.
- LANDES U, WEBB JG, DE BACKER O *et al.* Repeat Transcatheter Aortic Valve Replacement for Transcatheter Prosthesis Dysfunction. *J Am Coll Cardiol*, 2020;75:1882-1893.
- JØRGENSEN TH, DE BACKER O, GERDS TA *et al.* Mortality and Heart Failure Hospitalization in Patients With Conduction Abnormalities After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019;12:52-61.
- URENA M, WEBB JG, TAMBURINO C *et al.* Permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation: impact on late clinical outcomes and left ventricular function. *Circulation*, 2014;129:1233-1243.
- SAMMOUR Y, KRISHNASWAMY A, KUMAR A *et al.* Incidence, Predictors, and Implications of Permanent Pacemaker Requirement After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:115-134.
- VAN ROSENDAEL PJ, DELGADO V, BAX JJ. Pacemaker implantation rate after transcatheter aortic valve implantation with early and new-generation devices: a systematic review. *Eur Heart J*, 2018;39:2003-2013.

16. REGUEIRO A, ABDUL-JAWAD ALTISENT O, DEL TRIGO M *et al.* Impact of New-Onset Left Bundle Branch Block and Periprocedural Permanent Pacemaker Implantation on Clinical Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ Cardiovasc Interv*, 2016;9:e003635.
17. HAMDAN A, GUETTA V, KLEMPFNER R *et al.* Inverse Relationship Between Membranous Septal Length and the Risk of Atrioventricular Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015;8:1218-1228.
18. JILAIHAWI H, ZHAO Z, DU R *et al.* Minimizing Permanent Pacemaker Following Repositionable Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019;12:1796-1807.
19. HAHN RT, PIBAROT P, WEISSMAN NJ *et al.* Assessment of paravalvular aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: intra-core laboratory variability. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015;28:415-422.
20. ABDEL-WAHAB M, THIELE H. Paravalvular regurgitation after TAVI: the forgotten enemy. *EuroIntervention*, 2022;17: 1046-1047.
21. DIDIER R, ELTCHANINOFF H, DONZEAU-GOUGE P *et al.* Five-Year Clinical Outcome and Valve Durability After Transcatheter Aortic Valve Replacement in High-Risk Patients. *Circulation*, 2018;138: 2597-2607.
22. JØRGENSEN TH, THYREGOD HGH, IHLEMANN N *et al.* Eight-year outcomes for patients with aortic valve stenosis at low surgical risk randomized to transcatheter vs. surgical aortic valve replacement. *Eur Heart J*, 2021;42:2912-2919.
23. LANDES U, WEBB JG, DE BACKER O *et al.* Repeat Transcatheter Aortic Valve Replacement for Transcatheter Prosthesis Dysfunction. *J Am Coll Cardiol*, 2020;75:1882-1893.
24. SAXON JT *et al.* Bioprosthetic Valve Fracture During Valve-in-valve TAVR: Bench to Bedside. *Interv Cardiol*, 2018;13:20-26.
25. DE BACKER O, LANDES U, FUCHS A *et al.* Coronary Access After TAVR-in-TAVR as Evaluated by Multidetector Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020;13:2528-2538.
26. BIELIAUSKAS G, WONG I, BAJORAS V *et al.* Patient-Specific Implantation Technique to Obtain Neo-Commissural Alignment With Self-Expanding Transcatheter Aortic Valves. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:2097-2108.
27. DE BACKER O, LANDES U, FUCHS A *et al.* Coronary Access After TAVR-in-TAVR as Evaluated by Multidetector Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020;13:2528-2538.
28. MEDRANDA GA, SORIA JIMENEZ CE, TORGUSON R *et al.* Lifetime management of patients with symptomatic severe aortic stenosis: a computed tomography simulation study. *EuroIntervention*, 2022;18:e407-e416.
29. GREENBAUM AB, KAMIOKA N, VAVALLE JP *et al.* Balloon-Assisted BASILICA to Facilitate Redo TAVR. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:578-580.
30. DE BACKER O, DANGAS GD, JILAIHAWI H *et al.* Reduced Leaflet Motion after Transcatheter Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med*, 2020;382: 130-139.
31. MONTALESCOT G, REDHEUIL A, VINCENT F *et al.* Apixaban and Valve Thrombosis After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022;15:1794-1804.
32. RASHID HN, GOOLEY RP, NERLEKAR N *et al.* Bioprosthetic aortic valve leaflet thrombosis detected by multidetector computed tomography is associated with adverse cerebrovascular events: a meta-analysis of observational studies. *EuroIntervention*, 2018;13:e1748-e1755.
33. MOUYEN T, MANIGOLD T, COLLET JP *et al.* Transcatheter aortic valve thrombosis: Data from a French multicenter cohort analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021;98:352-362.
34. COLLET JP, VAN BELLE E, THIELE H *et al.* Apixaban vs. standard of care after transcatheter aortic valve implantation: the ATLANTIS trial. *Eur Heart J*, 2022; 43:2783-2797.
35. BROUWER J, NIJENHUIS VJ, DELEWI R *et al.* Aspirin with or without Clopidogrel after Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med*, 2020;383:1447-1457.
36. GUEDENEY P, SORRENTINO S, MESNIER J *et al.* Single Versus Dual Antiplatelet Therapy Following TAVR: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:234-236.
37. DANGAS GD, TIJSEN JGP, WÖHRLE J *et al.* A Controlled Trial of Rivaroxaban after Transcatheter Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med*, 2020;382:120-129.
38. NIJENHUIS VJ, BROUWER J, DELEWI R *et al.* Anticoagulation with or without Clopidogrel after Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med*, 2020;382:1696-1707.
39. MARIE B, DAVID CH, GUIMBRETIÈRE G *et al.* Carotid versus femoral access for transcatheter aortic valve replacement: comparable results in the current era. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021;60:874-879.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts.