

Le dossier – Complications des prothèses valvulaires

Prise en charge percutanée des fuites paravalvulaires

RÉSUMÉ : Les fuites paravalvulaires sont des complications rares mais potentiellement sévères associées à l'implantation chirurgicale des valves mécaniques et biologiques, et plus récemment à l'implantation percutanée des valves aortiques (TAVI).

Jusqu'à récemment, le traitement chirurgical était la seule option disponible pour traiter les patients les plus sévères, mais les reprises chirurgicales sont associées à une morbidité et une mortalité importantes. Le traitement percutané des fuites paravalvulaires a progressivement émergé comme une technique alternative moins invasive, associée à un taux de complications moins important que les reprises chirurgicales et à un taux de succès progressivement croissant.

Les procédures de fermeture des fuites paravalvulaires mitrales se font généralement par voie antérograde avec abord transseptal et les fuites paravalvulaires aortiques par voie rétrograde aortique. D'autres voies d'abord, notamment la voie transapicale, sont parfois nécessaires pour certaines formes complexes.

Malgré le développement de la technique, ces interventions restent néanmoins difficiles et doivent être effectuées par une équipe entraînée incluant un cardiologue interventionnel et un échographiste travaillant en binôme.



X. IRIART
Service de Cardiologie,
CHU de BORDEAUX.

Les fuites paravalvulaires sont des complications rares mais potentiellement sévères associées à l'implantation chirurgicale des valves mécaniques et biologiques, et plus récemment à l'implantation percutanée des valves aortiques (TAVI) [1, 2]. Elles sont relativement fréquentes en période postopératoire, avec une prévalence allant jusqu'à 17,6 % pour les valves aortiques et 22,6 % pour les valves mitrales [3]. Elles sont dues à une apposition incomplète de l'anneau de suture sur l'anneau valvulaire natif. Ce problème est généralement la conséquence d'une déhiscence partielle de la suture chirurgicale liée à la fragilité et à la friabilité de l'anneau natif, aux calcifications annulaires, à des infections localisées ou encore au fait que l'anneau mitral ne soit pas circulaire. Outre les éléments

précités, la dilatation importante des oreillettes, une insuffisance rénale et l'âge avancé sont des facteurs de risque de fuite paraprothétique [4]. Chez les patients adressés pour TAVI, les facteurs de risque incluent les calcifications de l'anneau et une mesure inadéquate de l'anneau aortique [2, 5].

Même si les fuites paraprothétiques sont relativement fréquentes, la plupart d'entre elles restent habituellement asymptomatiques. Mais, un certain nombre de patients vont développer des symptômes d'insuffisance cardiaque ou d'anémie hémolytique qui nécessiteront une prise en charge spécifique [6]. La fréquence des complications cliniques liées à une fuite paraprothétique requérant une prise en charge invasive est évaluée entre 1 et 4 % des patients [7].

Le dossier – Complications des prothèses valvulaires

Jusqu'à récemment, la reprise chirurgicale était la seule option thérapeutique envisageable. Cependant, la morbidité et la mortalité associées à ces opérations est importante puisque les différentes séries rapportent un taux de mortalité hospitalière postopératoire de 12,6 % après une première opération, de 14,9 % après une deuxième opération et de 37 % après trois opérations ou plus [8]. Par ailleurs, le risque de récurrence d'une fuite paravalvulaire après une reprise chirurgicale est évalué à 13 % et augmente jusqu'à 35 % après une deuxième réopération [9].

La fermeture percutanée a progressivement émergé depuis une dizaine d'années comme une alternative à la chirurgie cardiaque [10-13]. Elle est généralement réservée aux patients contre-indiqués à la chirurgie. En revanche, il existe des contre-indications à la prise en charge percutanée des fuites paravalvulaires qui sont : une endocardite active et une déhiscence de la prothèse qui inclut plus d'un tiers de la circonférence, entraînant un mouvement de bascule de la prothèse.

Diagnostic

1. Présentation clinique

Les complications cliniques sont le plus souvent associées aux fuites sur prothèses mitrales et moins fréquemment aux fuites sur prothèses aortiques. La survenue de symptômes sur les prothèses tricuspides et pulmonaires est rare.

La complication la plus fréquente est l'insuffisance cardiaque. Les symptômes associés à l'insuffisance cardiaque congestive sont souvent la dyspnée et l'asthénie. La classe fonctionnelle NYHA est corrélée à la gravité de la régurgitation, au nombre et à la taille de la (ou des) fuite(s).

L'hémolyse est l'autre complication des fuites paravalvulaires. Elle se complique souvent d'une anémie chronique, parfois sévère, pouvant requérir des trans-

fusions itératives. La destruction des hématies va entraîner une augmentation des LDH sériques et un effondrement de l'haptoglobine.

Sur le plan biologique, l'hémolyse est définie par un taux de LDH > 460 UI/L, associé à une haptoglobine < 50 mg/dL, un taux de réticulocytes > 2 % et un taux d'hémoglobine plasmatique > 40 mg/dL. Le NT-proBNP est habituellement élevé (> 400 pg/mL) chez les patients en insuffisance cardiaque.

2. Technique d'imagerie des fuites paravalvulaires

L'échographie transœsophagienne est l'examen de référence pour établir le diagnostic et la localisation des fuites paravalvulaires [14]. L'échographie bidimensionnelle présente une très haute sensibilité pour définir la présence de fuite (88 %). Cependant, l'analyse bidimensionnelle reste limitée pour évaluer le nombre et surtout la taille et la forme des *shunts*. La plupart des fuites paravalvulaires mitrales ont une forme

ovale ou oblongue, avec parfois des trajets tortueux, et ne sont que très rarement des trous de forme cylindrique. Par conséquent, l'analyse tridimensionnelle en temps réel par échographie 3D constitue l'élément clé de l'évaluation car elle permet de s'affranchir des limites de l'échographie standard bidimensionnelle en permettant une vue de l'ensemble de la prothèse valvulaire et des structures anatomiques environnantes dans l'oreillette gauche (**fig. 1**).

Différentes études ont pu démontrer que l'échographie tridimensionnelle apportait des informations additionnelles constituant une plus-value majeure dans cette indication. Grâce à la dernière génération des sondes ETO 3D, il est désormais possible de faire une analyse en ETO 3D couleur en temps réel permettant rapidement de topographier les fuites paravalvulaires autour du quadrant de l'anneau valvulaire (**fig. 2**).

La description en échographie tridimensionnelle des fuites paravalvulaires se fait sur la base des quadrants

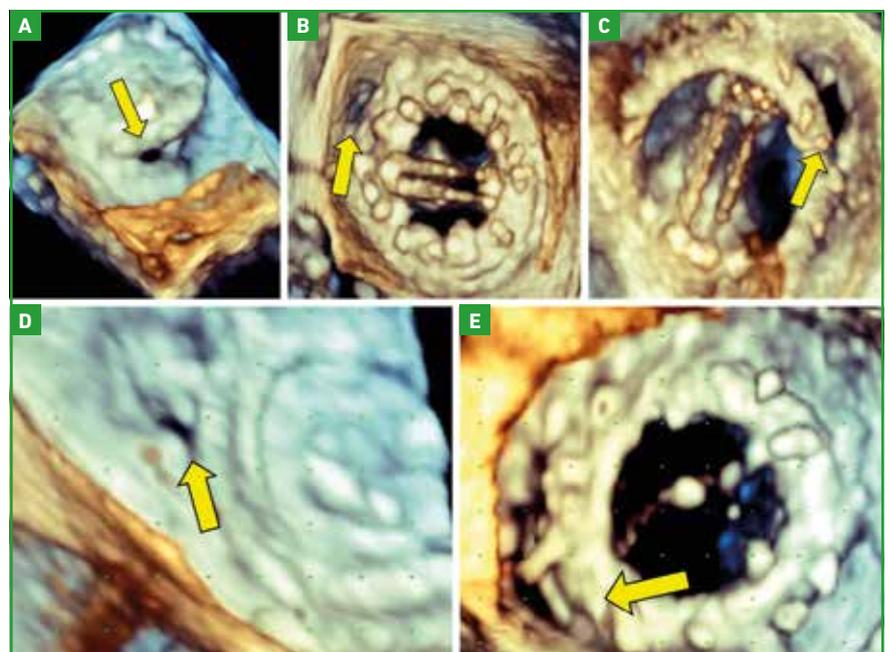


Fig. 1 : Différentes formes anatomiques de fuites paravalvulaires mitrales évaluées en ETO 3D en vue atriale gauche : ronde (A), ovale (B), oblongue (C), fente (D) et croissant (E).

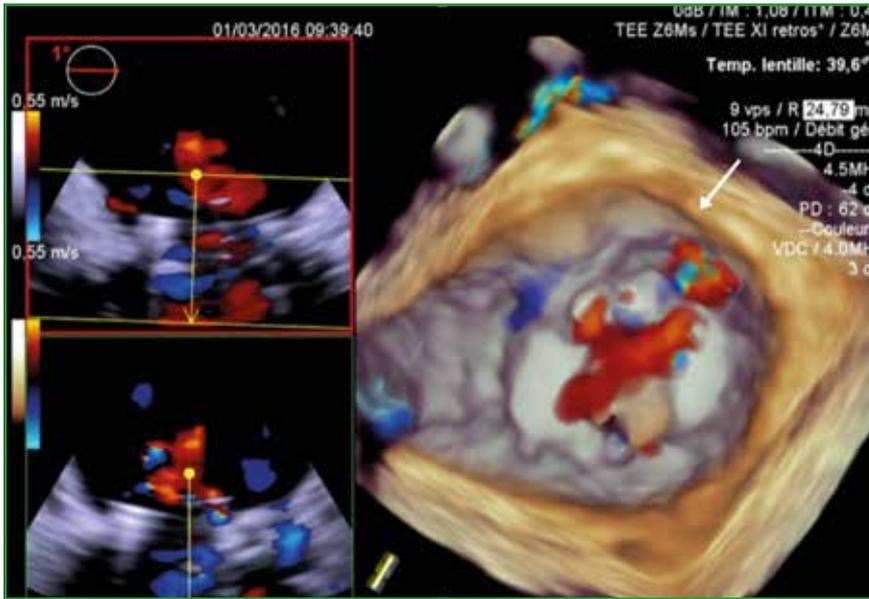


Fig. 2 : Localisation d'une fuite paraprothétique mitrale en Doppler couleur en mode 3D en temps réel (flèche). L'utilisation du mode couleur en 3D permet d'affiner l'analyse qui peut parfois être difficile en raison des artefacts potentiels liés aux réglages des gains (*drop-out artefacts*). L'analyse est réalisée en temps réel. La fuite est située dans le quadrant médian ou septal entre 2 et 3 h.

d'une horloge depuis la vue intra-auriculaire, en regardant l'anneau mitral (ou "en face view") de la même manière qu'en chirurgie cardiaque. En élargissant le champ de vue à l'ensemble de l'oreillette gauche, il est facile d'identifier des repères anatomiques qui serviront de référence pour localiser les plans supérieur, latéral, inférieur et septal. Le repère du plan supérieur est défini par la racine aortique à 12 h, le repère antérolatéral par l'auricule gauche (entre 9 et 10 h) et le repère médian (ou septal) par le septum interauriculaire (fig. 3).

Les fuites paravalvulaires aortiques sont localisées dans un plan antérieur par rapport à la valve peuvent être évaluées en échographie transthoracique. En revanche, les localisations postérieures sont beaucoup plus difficiles à voir et requièrent l'utilisation de l'échographie transœsophagienne. Quelle que soit la localisation de la fuite, les artefacts ou cônes d'ombre générés par la prothèse peuvent rendre difficile la localisation précise du *shunt*. De même, les artefacts liés aux valves mécaniques peuvent rendre difficile l'appréciation

de l'importance du *shunt* en Doppler couleur. Dans ce contexte, l'aortographie reste une technique fiable pour évaluer l'importance de la régurgitation quand il n'y a pas de fuite intravalvulaire associée.

Certains auteurs ont décrit la possibilité d'utiliser l'échographie intracardiaque depuis la chambre de chasse du ventricule droit afin d'analyser les mouvements des ailettes et d'évaluer la fuite paravalvulaire quand il existe des difficultés à analyser clairement la différence entre une fuite intravalvulaire et une fuite paravalvulaire. La localisation des fuites paravalvulaires aortiques peut également être faite en utilisant les quadrants d'une horloge. Le sinus non coronaire se situe environ entre 7 et 11 h, le sinus coronaire gauche entre 11 h et 3 h et le sinus coronaire droit entre 3 h et 7 h.

Principe de fermeture de fuite paravalvulaire

Pour les fuites paravalvulaires mitrales, l'approche antérograde transseptale est guidée par la fluoroscopie (idéalement biplan) et l'échographie transœsophagienne 3D en temps réel. Les approches alternatives incluent l'approche rétrograde artérielle et l'abord transapical chirurgical. Les défauts paravalvulaires aortiques sont traités par voie rétrograde transaortique.



Fig. 3 : A : schéma de localisation des fuites paravalvulaires mitrales, vues depuis la face atriale et orientée selon la vue chirurgicale. La valve aortique (AO) est positionnée à 12 h et l'auricule gauche (LAA) à 9 h. Le septum interatrial est positionné à 3 h et la partie postérieure de l'anneau est située à 6 h. B : vue ETO 3D d'une prothèse mitrale double ailette "en face" ou en vue dite chirurgicale. C : projection oblique antérieure gauche en fluoroscopie montrant une vue "en face" de la prothèse mécanique mitrale.

I Le dossier – Complications des prothèses valvulaires

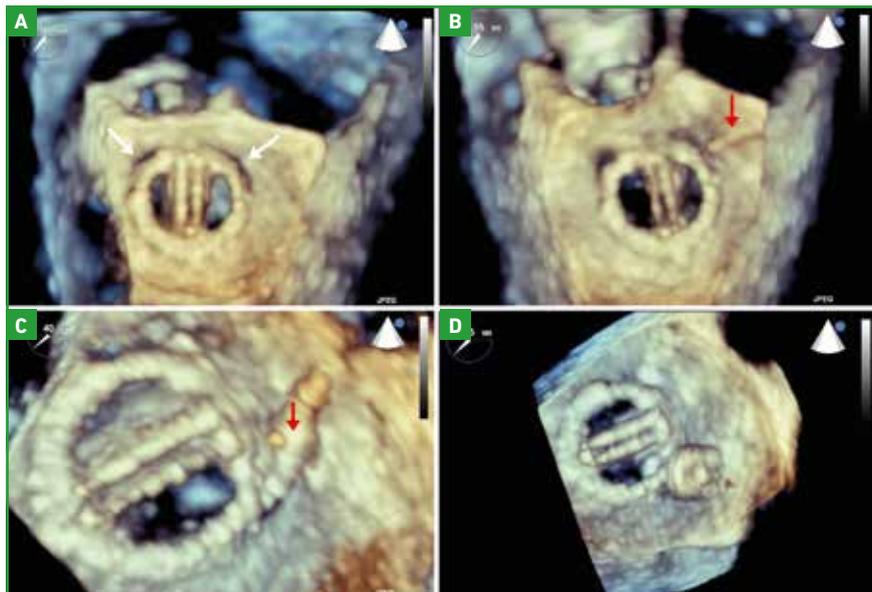


Fig. 4 : A : repérage des fuites paraprothétiques mitrales sur l'ETO 3D en vue atriale (flèches blanches). B : guidage du guide vers le shunt supéro-médical (flèche rouge). C : passage de la gaine contenant la prothèse (flèche rouge) dans la fuite sous guidage ETO. D : mise en place d'une prothèse Vascular Plug II (St Jude Medical-Abbott) dans la fuite.

L'évaluation anatomique par l'imagerie tridimensionnelle échographique, en particulier par l'échographie transcésophagienne, constitue la clé de voûte de la réussite de la procédure à la fois dans l'évaluation préopératoire et dans le guidage périopératoire en salle de cathétérisme (fig. 4).

■ Déroulement de la procédure

Il est indispensable de bien définir l'orientation des plans de travail échographique et angiographique afin de faciliter la communication entre l'échographiste et le cardiologue interventionnel. L'utilisation d'un capteur biplan facilite l'obtention de vues orthogonales en fluoroscopie qui vont guider le cathétériseur (en appui du guidage échographique) pour lui permettre de positionner le cathéter et les gaines le plus près possible de l'anneau avec une angulation permettant de franchir le défaut avec un guide. Il faut souligner que l'échographiste utilise classiquement la vue chirurgicale intra-atriale gauche avec une orientation chirurgicale dite de

l'horloge comme précédemment expliqué (fig. 3). Il est important à ce stade de souligner que cette vue échographique ne correspond pas à la vue "en face" pour le cathétériseur, obtenue généralement en projection oblique antérieure gauche. En effet, la vue angiographique "en face" de l'anneau mitral est inversée dans le plan gauche-droit par rapport à la vue obtenue en échographie transcésophagienne (fig. 3).

Les procédures sont réalisées sous anesthésie générale, ce qui permet l'utilisation de la sonde ETO avec un meilleur confort et une plus grande sécurité pour le malade puisque les procédures sont en général assez longues. Dans ce contexte possible, il est également important d'apporter un soin particulier aux radiations ionisantes. Il est fortement recommandé d'utiliser un réglage optimisé de la fluoroscopie (disponible sur l'ensemble des équipements) en diminuant notamment la cadence image à 7,5 images par seconde (en particulier si on utilise un arceau biplan). Cela permet de limiter l'irradiation de 70 à 80 % pour les opérateurs comme pour le patient.

Pour les fuites paravalvulaires mitrales, l'approche antérograde transseptale sous guidage échographique et fluoroscopique est privilégiée. Le site de la ponction transseptale sera influencé par le positionnement de la fuite paraprothétique mitrale. En effet, pour les fuites à localiser sur le quadrant septal, il est conseillé d'effectuer une ponction postérieure afin d'avoir suffisamment de distance pour courber la gaine déflectible et obtenir un trajet du guide coaxial avec le septum interauriculaire afin de franchir le défaut. Comparée aux procédures effectuées sur des cœurs structurellement normaux, la réalisation d'une ponction transseptale chez les patients valvulaires parfois multiopérés peut se révéler beaucoup plus difficile et plus dangereuse en raison du remaniement du septum, de la présence fréquente de calcifications ou encore de la présence d'un patch.

Une fois dans l'oreillette gauche, une héparinisation est nécessaire afin d'éviter la formation de thrombus dans la cavité atriale gauche ou au niveau des gaines et des guides. Dans la mesure où les temps de procédure peuvent être longs, il est conseillé d'effectuer un ACT toutes les 30 mn et d'ajuster les injections d'héparine afin d'obtenir un niveau d'anticoagulation efficace sur l'ensemble de la procédure. Le niveau d'ACT requis varie selon les habitudes de chaque centre ; il est en général proche de ceux recherchés pour les interventions d'angioplastie percutanée coronaire.

L'orientation oblique antérieure droite permet d'obtenir une vue de la prothèse tangentielle tandis que la projection oblique antérieure gauche-caudale permet de voir la valve en face (mais inversée par rapport à la vue échographique). Il est très important, concernant les valves mécaniques, de pouvoir visualiser le mouvement des ailettes en vue angiographique et échographique puisque l'un des risques principaux de la procédure est de bloquer.

Le matériel utilisé est en général une gaine déflectible (Agilis NxT Steerable

Introducer, St Jude Medical-Abbott, Maple Grove, Minnesota) par laquelle est introduite une sonde 6F permettant de s'orienter pour franchir les fuites avec des guides hydrophiles. En raison de la difficulté potentielle à refranchir le défaut après la mise en place d'une première prothèse, il est fréquent de positionner deux guides à travers le *shunt* pour faciliter le déploiement d'une deuxième prothèse après le largage de la première prothèse en cas de *shunt* résiduel.

L'approche aortique rétrograde est également possible en utilisant des cathéters à la courbure adaptée, comme ceux utilisés pour les pontages coronaires. Lorsque le guide a franchi le défaut, il faut alors utiliser un lasso pour l'attraper dans l'oreillette gauche et ressortir le cathéter au niveau veineux fémoral, en réalisant une loupe artério-veineuse pour ensuite placer le système de largage par voie antérograde de la manière précédemment décrite.

Enfin, l'approche rétrograde transapicale est intéressante, notamment pour les défauts paravalvulaires mitraux situés sur le plan médial, c'est-à-dire paraseptal, lorsque le passage par voie antérograde peut se révéler difficile. Le guidage se fait par échographie et fluoroscopie. La réalisation d'un scanner pré-procédural peut éventuellement aider au guidage des cathéters en permettant une simulation préopératoire (**fig. 5**).

La ponction transapicale peut se faire soit par voie percutanée, puisque les adhérences postopératoires limitent le risque de tamponnade, soit *via* une mini-thoracotomie avec une exposition directe de l'apex par le chirurgien (ce qui permet un contrôle efficace de l'abord transapical mais alourdit considérablement le geste en imposant sa réalisation dans un environnement chirurgical). Le guidage scanner est alors un outil très intéressant dans la planification du geste [15].

Les fuites paraprothétiques aortiques sont en général plus petites que les fuites paraprothétiques mitrales et, dans la grande majorité des cas, une seule prothèse est utilisée pour obtenir la fermeture du *shunt* (**fig. 6**).

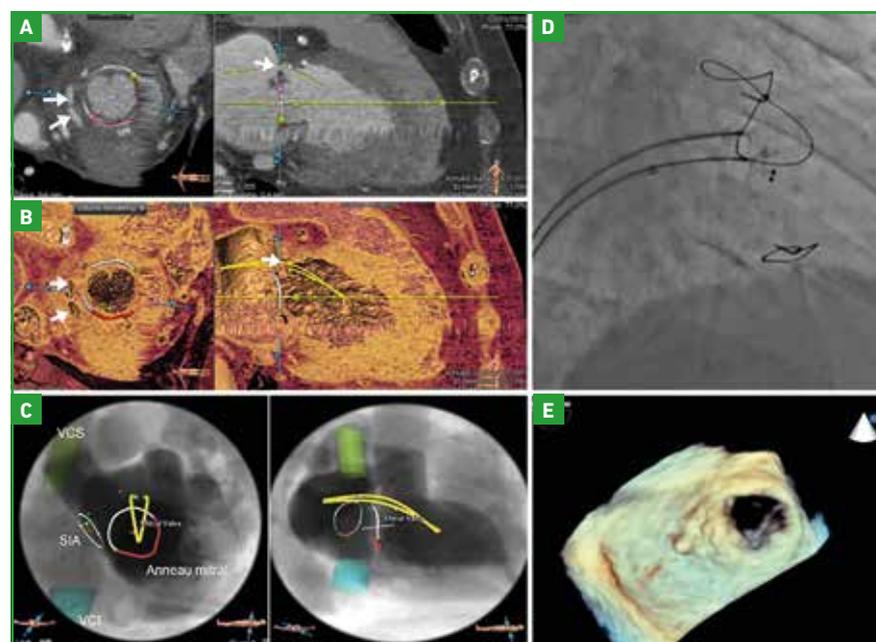


Fig. 5 : Scanner cardiaque avec traitement par le logiciel 3mensio Structural Heart (Pie Medical Imaging, NL). **A :** vue de face et de profil de l'anneau valvulaire mitral permettant le repérage des *shunts* (flèches). **B :** analyse en VRT (Volume rendering technique) permettant la simulation des guides (jaune). **C :** simulation scanner de la fluoroscopie et des incidences optimales de travail. **D :** fluoroscopie avec guides et prothèse en place correspondant à la simulation scanner. **E :** vue atriale en ETO 3D après largage des deux prothèses.

■ Matériel

Il est possible d'utiliser des prothèses variées comme les prothèses de fermeture de CIV ou des prothèses de CIA ou encore des prothèses de fermeture du canal artériel. De nombreuses équipes privilégient désormais l'utilisation des prothèses vasculaires de la famille Amplatzer (AGA Medical, Plymouth, MN, USA), Amplatzer Vascular Plug II et III (AVP II et III). Ce sont des prothèses ayant un très bon profil, très flexibles avec un tressage en nitinol très fin, facilitant leur largage à travers différents types de cathéters de petite taille, ce qui diminue le risque de frottement sur la prothèse lors du franchissement de la fuite paraprothétique. L'utilisation des



Fig. 6 : Fermeture d'une fuite paraprothétique aortique. **A :** projection angiographique en profil avec positionnement d'une prothèse Vascular Plug II au niveau de la fuite. **B :** analyse échographique 3D en vue Xplan permettant de vérifier la position de la prothèse et le bon fonctionnement de la bioprothèse aortique.

Le dossier – Complications des prothèses valvulaires

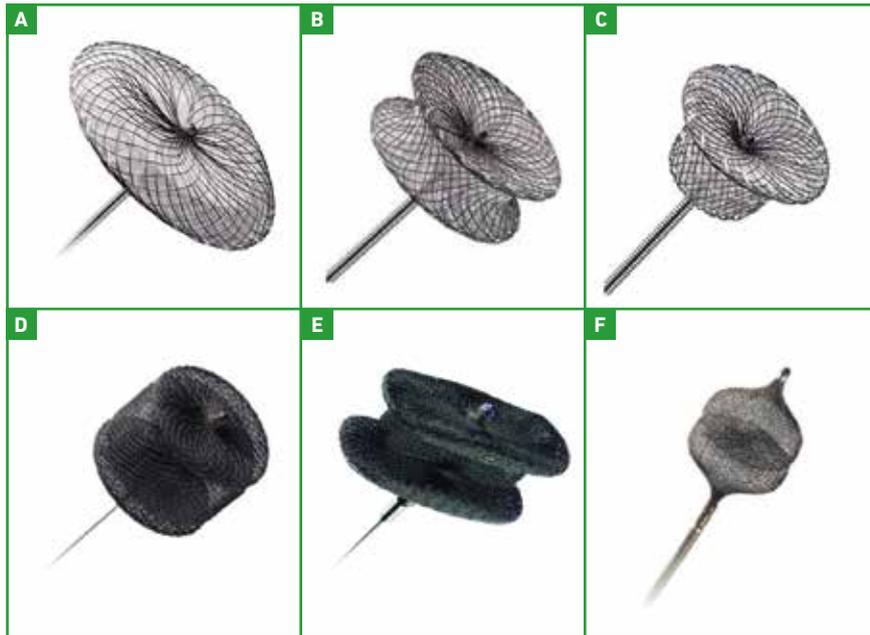


Fig. 7 : Famille des prothèses Amplatzer (St Jude Medical-Abbott). **A :** Amplatzer Septal Occluder. **B :** Amplatzer Muscular VSD Occluder. **C :** Amplatzer Duct Occluder. **D :** Amplatzer Vascular Plug II. **E :** Amplatzer Vascular Plug III. **F :** Amplatzer Vascular Plug IV.



Fig. 8 : Prothèses Occlutech avec deux modèles disponibles (carré et rectangulaire).

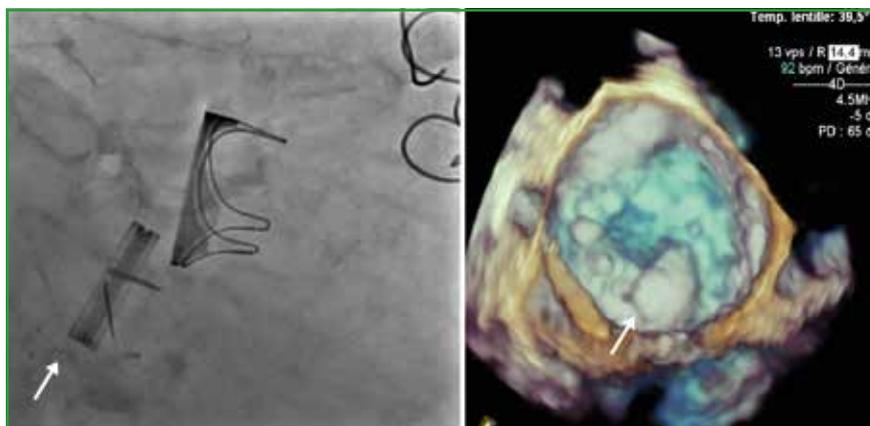


Fig. 9 : Blocage partiel d'une alette de valve mécanique mitrale après la mise en place de la prothèse (flèche).

autres types de prothèses de type CIA ou CIV est possible. Ces dernières ont cependant un profil un peu moins bon et sont constituées de fibres de nitinol plus larges qui les rend plus rigides, d'où un éventuel risque supplémentaire d'hémolyse notamment en cas de *shunt* résiduel (**fig. 7**).

Il existe depuis peu des prothèses spécifiques dédiées à la fermeture des fuites paraprothétiques (Occlutech Paravalvular Leak Device, Occlutech GmbH, Jena, Germany), ayant une forme carrée ou rectangulaire. L'utilisation de ces prothèses, spécialement étudiées pour diminuer le risque de blocage de ailettes des prothèses mitrales, peut se faire par voie antérograde ou rétrograde (**fig. 8**).

Pour les *shunts* de petite taille, souvent pourvoyeurs d'hémolyse, il est possible d'utiliser une seule prothèse. Lors du déploiement de la prothèse sur la fuite paraprothétique, une attention particulière est apportée au mouvement des ailettes afin d'éviter leur blocage puisque les prothèses sont souvent positionnées au ras de l'anneau valvulaire. En cas de blocage, la prothèse doit être retirée et sera repositionnée en changeant d'angle. Le cas échéant, il pourra être nécessaire d'utiliser une prothèse de plus petite taille. Lorsque la fuite est oblongue, il est souhaitable d'utiliser différentes prothèses en introduisant plusieurs guides. Il est possible de positionner les prothèses les unes après les autres mais il est parfois souhaitable d'essayer d'obtenir un positionnement simultané de deux prothèses pour tenter de limiter le risque de *shunt* périprothétique.

Complications potentielles liées à la procédure

L'obstruction des disques d'une prothèse mécanique est la complication la plus redoutée durant la procédure. La plupart du temps, les ailettes sont bloquées en position fermée (**fig. 9**).

Plus rarement, l'ailette sera bloquée en position ouverte, ce qui peut être un peu plus difficile à évaluer. L'échographie permettra alors d'objectiver une majoration considérable de la régurgitation au niveau de la valve. Plus rarement encore, une prothèse bien positionnée, sans obstruction lorsqu'elle est encore fixée sur son câble, peut légèrement basculer après le largage et entraîner un blocage secondaire d'une ailette. Il faudra alors envisager l'utilisation d'un lasso pour la recapturer. Si la prothèse ne peut pas être retirée par voie percutanée, il conviendra d'envisager une intervention chirurgicale.

■ Évaluation du résultat final

Dans la mesure où les fermetures de fuites paraprothétiques peuvent être techniquement difficiles, il est important de déterminer un objectif clinique avant la procédure. En effet, même si la fermeture complète d'un défaut peut être obtenue, il n'est pas rare de constater la persistance de *shunts* résiduels après le positionnement d'une ou plusieurs prothèses. Si l'objectif clinique est d'améliorer un tableau d'insuffisance cardiaque, il est probable que le positionnement d'une ou plusieurs prothèses permettra une réduction du volume régurgitant, et donc une amélioration clinique du patient avec notamment une diminution des pressions auriculaires gauches même en présence d'un *shunt* résiduel mineur. En revanche, si le patient est adressé pour une hémolyse, il faudra alors se fixer l'objectif d'une occlusion complète car la présence d'une régurgitation, même mineure, peu majorer l'hémolyse.

■ Conclusion

La fermeture percutanée des fuites paravalvulaires est une alternative efficace et moins invasive à la reprise chirurgicale chez des patients porteurs d'une fuite symptomatique associée à une hémolyse ou une insuffisance cardiaque. Les progrès de l'imagerie non invasive tridimensionnelle, en particulier de l'échographie transœsophagienne 3D, ont joué un rôle fondamental dans le développement de la technique et l'augmentation croissante du taux de réussite des procédures. Les progrès à venir en matière d'imagerie et de matériel de fermeture percutanée devraient permettre de consolider cette technique dans l'arsenal thérapeutique visant à traiter les patients les plus à risque.

BIBLIOGRAPHIE

- JINDANI A, NEVILLE EM, VENN G *et al.* Paraprosthetic leak: A complication of cardiac valve replacement. *J Cardiovasc Surg* (Torino), 1991;32:503-508.
- SAIA F, MARTINEZ C, GAFOOR S *et al.* Long-term outcomes of percutaneous paravalvular regurgitation closure after transcatheter aortic valve replacement: A multicenter experience. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015;8:681-688.
- IONESCU A, FRASER AG, BUTCHART EG. Prevalence and clinical significance of incidental paraprosthetic valvar regurgitation: A prospective study using transoesophageal echocardiography. *Heart*, 2003;89:1316-1321.
- DE CICCIO G, RUSSO C, MOREO A *et al.* Mitral valve periprosthetic leakage: Anatomical observations in 135 patients from a multicentre study. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006;30:887-891.
- SINNING JM, VASA-NICOTERA M, CHIN D *et al.* Evaluation and management of paravalvular aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol*, 2013;62:11-20.
- GENONI M, FRANZEN D, VOGT P *et al.* Paravalvular leakage after mitral valve replacement: Improved long-term survival with aggressive surgery? *Eur J Cardiothorac Surg*, 2000;17:14-19.
- SCHAFF HV, CARREL TP, JAMIESON WR *et al.* Paravalvular leak and other events in silzone-coated mechanical heart valves: A report from AVERT. *Ann Thorac Surg*, 2002;73:785-792.
- ECHEVARRIA JR, BERNAL JM, RABASA JM *et al.* Reoperation for bioprosthetic valve dysfunction. A decade of clinical experience. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1991;5:523-526;discussion 527
- AKINS CW, BITONDO JM, HILGENBERG AD *et al.* Early and late results of the surgical correction of cardiac prosthetic paravalvular leaks. *J Heart Valve Dis*, 2005;14:792-799.
- RUIZ CE, JELNIN V, KRONZON I *et al.* Clinical outcomes in patients undergoing percutaneous closure of periprosthetic paravalvular leaks. *J Am Coll Cardiol*, 2011;58:2210-2217.
- SORAJJA P, CABALKA AK, HAGLER DJ *et al.* Long-term follow-up of percutaneous repair of paravalvular prosthetic regurgitation. *J Am Coll Cardiol*, 2011;58:2218-2224.
- SORAJJA P, CABALKA AK, HAGLER DJ *et al.* Percutaneous repair of paravalvular prosthetic regurgitation: Acute and 30-day outcomes in 115 patients. *Circ Cardiovasc Interv*, 2011;4:314-321.
- MILLAN X, SKAF S, JOSEPH L *et al.* Transcatheter reduction of paravalvular leaks: A systematic review and meta-analysis. *Can J Cardiol*, 2015;31:260-269.
- LÁZARO C, HINOJAR R, ZAMORANO JL. Cardiac imaging in prosthetic paravalvular leaks. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2014;4:307-313.
- JELNIN V, DUDIY Y, EINHORN BN *et al.* Clinical experience with percutaneous left ventricular transapical access for interventions in structural heart defects a safe access and secure exit. *JACC Cardiovasc Intv*, 2011;4:868-874.

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