



W. GHODHBANE

La chirurgie de remplacement valvulaire aortique à l'ère du TAVI : pour qui, comment ?



D. HIMBERT

W. GHODHBANE, D. HIMBERT

Départements de chirurgie cardiovasculaire et de cardiologie, CHU Bichat-Claude Bernard, PARIS

Au cours des dernières décennies, l'utilisation des bioprothèses aortiques chirurgicales s'est considérablement accrue au détriment des prothèses mécaniques dans le traitement du rétrécissement aortique calcifié (RAC). Cette observation s'explique par l'évolution démographique, avec le vieillissement de la population, mais aussi par l'utilisation des bioprothèses chez des patients de plus en plus jeunes. Du fait du risque de détérioration structurelle de ces prothèses dans le temps, il faut s'attendre dans l'avenir à une forte augmentation du nombre de réinterventions chez les porteurs de bioprothèses aortiques, dont la plupart seront percutanées, par TAVI "valve-in-valve". Il est donc essentiel, dès la chirurgie initiale, de "préparer le terrain" pour cette future intervention, dont les principaux écueils sont les risques de mauvais résultat hémodynamique, en relation avec un gradient transprothétique élevé, et d'obstruction coronaire.

Qui sont aujourd'hui les candidats au remplacement valvulaire aortique chirurgical ?

Les indications respectives du RVA chirurgical et du TAVI sont définies par les recommandations conjointes des sociétés européennes de cardiologie (ESC) et de chirurgie cardiaque (EACTS), dont la dernière version a été récemment publiée. Ces recommandations, toutes de classe I, stipulent que :

– le choix entre RVA et TAVI doit être fondé sur l'évaluation soignée par la

"Heart Team" des facteurs cliniques, anatomiques et procéduraux, en pesant les risques et les bénéfices de chaque approche pour un patient donné. La recommandation de la Heart Team devra ensuite être discutée avec le patient qui pourra faire le choix de son traitement en toute connaissance de cause ;

– le RVA chirurgical est recommandé chez les patients jeunes à faible risque chirurgical (< 75 ans et STS-PROM

ou EuroSCORE II < 4 %), ou chez les patients opérables et non accessibles à une voie transfémorale ;

– le TAVI est recommandé chez les patients âgés (≥ 75 ans), ou à haut risque (STS-PROM/EuroSCORE II > 8 %) ou inopérables ;

– le RVA chirurgical ou le TAVI sont recommandés pour les autres patients selon les caractéristiques cliniques, anatomiques et procédurales individuelles.

POINTS FORTS

- L'utilisation des bioprothèses aortiques chirurgicales et percutanées va continuer à augmenter, à des âges de plus en plus jeunes. Il faut donc anticiper et se préparer aux réinterventions ultérieures qui seront rendues nécessaires par la détérioration de ces bioprothèses. Cette démarche doit être initiée dès le début de la prise en charge du patient.
- Si la chirurgie initiale est un RVA simple, on connaît maintenant les prothèses à éviter et celles à privilégier. Certaines prothèses de dernière génération sont spécifiquement conçues pour faciliter un futur TAVI valve-in-valve et offrent des perspectives intéressantes.
- Les patients ayant de petits anneaux posent de difficiles problèmes à court et long terme du fait des conséquences délétères d'un mismatch patient-prothèse (PPM). Dans ces cas, l'alternative thérapeutique à discuter est celle du RVA avec élargissement de l'anneau *versus* TAVI de première intention. Les techniques d'élargissement de l'anneau aortique se sont diversifiées et doivent pouvoir être utilisées en pratique courante.
- Les prothèses Sutureless peuvent être utiles dans certains cas mais leur place entre le RVA conventionnel et le TAVI n'est pas clairement définie et les données sur leurs résultats à long terme sont encore insuffisantes.
- L'utilisation des homogreffes reste réservée au traitement des endocardites aortiques délabrantes.
- L'intervention de Ross peut être discutée chez les patients très jeunes. Elle donne d'excellents résultats à long terme, mais il s'agit d'une intervention complexe qui doit être réservée aux équipes qui en ont une grande expérience.
- L'une des étapes du long parcours des patients jeunes pourra être l'explantation chirurgicale d'une prothèse percutanée. Cette intervention est plus complexe qu'un RVA sur valve native, en particulier pour les prothèses auto-déployées.
- Dans tous les cas, pour chaque patient et à chaque étape, la discussion médico-chirurgicale est un impératif incontournable.

En pratique, la chirurgie de RVA est maintenant "officiellement" réservée aux jeunes septuagénaires à faible risque chirurgical. Mais, compte tenu du fait que la préférence du patient est l'un des éléments importants de la décision finale, il est certain qu'une proportion notable d'entre eux n'atteignant pas le seuil des 75 ans aura le souhait d'éviter une chirurgie avec sternotomie, circulation extra-corporelle, les désagréments d'une hospitalisation prolongée et la nécessité d'une période de réadaptation, et manifesteront donc leur nette préférence pour le TAVI. C'est déjà ce qui est observé depuis plusieurs années dans la pratique par tous les praticiens au centre de ces discussions. Dans ces cas, il est évident que le souhait du patient doit être respecté à partir du moment où

l'ensemble des paramètres en cause ont été clairement expliqués (en particulier le risque plus important de pacemaker et la durabilité à long terme mal connue des prothèses percutanées) et si l'anatomie est favorable à un TAVI transfémoral.

Par ailleurs, sur un plan strictement scientifique, il n'aurait probablement pas été illégitime que l'âge seuil retenu pour le TAVI soit non pas de 75, mais de 70 ans. Il semble que ce point ait fait l'objet d'âpres discussions au sein des membres de la Task Force en charge de la rédaction de ces recommandations. **La légitimité scientifique pour abaisser le seuil du TAVI au-dessous de 75 ans est soutenue par les recommandations des sociétés américaines de cardiologie (ACC/AHA) qui, dans la droite ligne des**

études randomisées sur le faible risque (PARTNER 3 et Evolut Low Risk), considèrent le TAVI transfémoral comme une option dès l'âge de 65 ans, et ce quel que soit le niveau de risque chirurgical (recommandation de classe I). Il faut cependant noter que ces recommandations sont issues d'un collège exclusivement composé de cardiologues, alors que les recommandations européennes sont le résultat d'un consensus médico-chirurgical.

Enfin, pour revenir au niveau national, **il est important de souligner que, par décret paru au *Journal Officiel* en juillet 2021, l'Assurance Maladie rembourse maintenant la prothèse SAPIEN 3 (Edwards Lifesciences) chez les patients à faible risque dès l'âge de**

65 ans, dès lors que la valve aortique est tricuspide, qu'il n'y a pas d'indication de chirurgie valvulaire ni coronaire associée et que la voie transfémorale est possible. Ce décret fait suite aux avis de la Haute Autorité de santé et de la Commission d'évaluation médico-économique et de santé publique émis en mars 2021. Ce remboursement s'inscrit donc plus dans la logique des recommandations américaines qu'européennes.

Ainsi, compte tenu de l'épidémiologie du RAC dégénératif, la question du TAVI entre 65 et 70 ans se pose rarement, car les patients sont peu nombreux et il s'agit souvent de bicuspidies. Dans cette population, la chirurgie gardera certainement encore de nombreuses années une place très largement prédominante chez les patients à faible risque, à l'aide de substituts biologiques. Au-delà de 70 ans et jusqu'à 75 ans, il est probable que le RVA

chirurgical et le TAVI prendront chacun leur place, principalement dictée par la préférence des patients honnêtement et clairement informés. La chirurgie ne devrait plus être indiquée, sauf cas particuliers, au-delà de 75 ans. La conséquence directe est donc la probabilité de survenue de détérioration de bioprothèses chirurgicales chez de nombreux octogénaires et de la nécessité de TAVI valve-in-valve qui doit être anticipée dès la chirurgie initiale.

Que faut-il éviter et quelles sont les conditions idéales pour un TAVI valve-in-valve ? Le point de vue du cardiologue

Les candidats à la chirurgie de RVA sont maintenant plus jeunes et à plus faible risque qu'auparavant. Ces conditions idéales doivent permettre aux chirurgiens de remplir un cahier des charges indispensable à la réalisation d'un TAVI valve-in-valve ultérieur avec les meilleures chances de succès, de sécurité et de bon résultat hémodynamique.

1. Assurer les meilleures chances de succès

Le succès d'implantation d'une prothèse percutanée est avant tout conditionné par une position optimale, ce qui nécessite une bonne visibilité de la prothèse chirurgicale. Les nombreux types de bioprothèses stentées ont chacun un aspect fluoroscopique spécifique. Certains sont entièrement radio-opaques (anneau basal et montants métalliques), comme les prothèses de Carpentier Edwards et les nouvelles générations de la même famille (Magna, PERIMOUNT). Dans certains cas, seul l'anneau est visible, comme pour la Mitroflow. Dans d'autres au contraire, comme la Mosaic, seule l'extrémité ventriculaire des picots est visible. Enfin, certaines prothèses sont presque ou complètement radio-transparentes, comme les prothèses St Jude

Epic. Il est donc fondamental de bien connaître l'aspect fluoroscopique de la prothèse traitée avant toute intervention valve-in-valve. Les prothèses *stentless* sont par définition radio-transparentes, mais se comportent souvent comme des valves natives avec des calcifications qui permettent de les localiser.

Dans l'idéal, le chirurgien devra privilégier lors de la chirurgie initiale les prothèses les plus visibles, dont toute la structure métallique est radio-opaque, et éviter à tout prix les prothèses entièrement ou presque entièrement radio-transparentes.

2. Assurer la sécurité

La sécurité d'un TAVI valve-in-valve est essentiellement liée au risque d'obstruction coronaire. Ce risque dépend avant tout des caractéristiques anatomiques de chaque patient (hauteur des coronaires, dimensions des sinus de Valsalva et de la jonction sino-tubulaire), mais aussi de celles de la bioprothèse utilisée. En effet, les bioprothèses dont les feuillets sont cousus à l'extérieur des montants métalliques exposent à un risque d'obstruction beaucoup plus élevé que celles dont les feuillets sont internes. C'est le cas des prothèses Mitroflow et Trifecta.

Ce risque dépend aussi de la position de la prothèse chirurgicale, annulaire ou supra-annulaire. La position supra-annulaire de la prothèse permet d'utiliser une plus grande taille et donc d'améliorer l'hémodynamique prothétique, ce qui est utile pour les petits anneaux, mais diminue la distance entre les feuillets prothétiques et la naissance des coronaires, ce qui augmente le risque d'obstruction. Enfin, il est nécessaire de ne pas positionner les montants de la bioprothèse en regard de la naissance des coronaires.

Le risque d'obstruction coronaire peut être détecté et anticipé par l'analyse soigneuse du scanner pré-TAVI. En cas de risque élevé, la réponse peut être de reconsidérer les autres alternatives thérapeutiques (chirurgie redux ou traitement médical) ou de prévoir l'utilisation de techniques préventives au cours de l'intervention : soit la lacération percutanée d'un feuillet prothétique, selon la technique BASILICA (*Bioprosthetic Aortic Scallop Intentional Laceration to prevent Iatrogenic Coronary Artery obstruction*), soit plus simplement la réalisation d'un *stenting* coronaire en "cheminée", qui peut être, selon le niveau du risque d'obstruction, provisionnel ou systématique. Ces techniques sont efficaces mais augmentent la durée, la com-

plexité et le risque de l'intervention. En outre, l'évolution à long terme des stents en cheminée est encore mal connue.

Dans l'idéal, le chirurgien devra éviter les prothèses "à risque" (Mitroflow, Trifecta) et n'implanter la prothèse en position supra-annulaire qu'en cas d'absolue nécessité chez les patients ayant une petite anatomie, en l'absence d'autre possibilité technique comme l'élargissement de l'anneau.

3. Assurer un bon résultat hémodynamique

La taille de la bioprothèse chirurgicale est le principal déterminant du résultat hémodynamique du futur TAVI valve-in-valve, les petites prothèses exposant au risque de "mismatch" prothèse/patient (PPM) et de gradient transprothétique élevé. Cette condition constitue

un facteur de mauvais pronostic avéré, avec une mortalité accrue à moyen et long terme. Chaque prothèse a une carte d'identité spécifique avec un diamètre interne effectif inférieur de 2 à 3 mm en moyenne à celui annoncé par le fabricant. Le diamètre de la prothèse utilisée par le chirurgien est conditionné par celui de l'anneau aortique sur lequel elle est insérée.

Dès lors, comment éviter l'utilisation de bioprothèses chirurgicales de trop petit diamètre ? Plusieurs solutions sont envisageables :

>>> Éviter la chirurgie au profit du TAVI chez les patients ayant de petits anneaux. On sait en effet que les performances hémodynamiques des prothèses aortiques percutanées sont meilleures que celles des prothèses chirurgicales. Cette supériorité peut donc être mise à

profit dans les conditions à haut risque de PPM. Il ne s'agit pas encore d'une recommandation officielle, mais d'une piste actuellement évaluée par l'étude internationale multicentrique randomisée VIVA, comparant les résultats de la chirurgie de RVA et du TAVI chez les patients à faible risque et petits anneaux.

>>> Discuter la mise en place de la prothèse en position supra-annulaire, avec les inconvénients mentionnés plus haut, **ou l'utilisation de techniques d'élargissement de l'anneau,** augmentant la durée et le risque de la chirurgie.

>>> Privilégier l'utilisation de prothèses récemment développées et commercialisées, conçues spécifiquement pour faciliter et améliorer les résultats d'un futur TAVI valve-in-valve, comme la prothèse INSPIRIS RESILIA (Edwards Lifesciences).

Comment et dans quelle mesure répondre à ces attentes ? Le point de vue du chirurgien

Malgré l'explosion récente du nombre de procédures percutanées dans le traitement du RAC avec le TAVI, le RVA chirurgical demeure une alternative de choix pour certains patients, en particulier les plus jeunes. Avec le développement de nouveaux traitements anti-calcifiants, l'arrivée de nouvelles armatures, l'utilisation des bioprothèses aortiques chirurgicales s'est considérablement accrue au détriment des prothèses mécaniques, et ce chez des patients de plus en plus jeunes. Par conséquent, dans cette population jeune en constante augmentation, avec une espérance de vie plus longue, l'établissement dès le départ par la Heart Team d'une stratégie de gestion à long terme de "l'avenir/futur aortique" est essentiel pour obtenir les meilleurs résultats possibles.

Certaines questions doivent être posées et débattues précocement dans la prise en charge thérapeutique du RAC :

– faut-il proposer une chirurgie ou un TAVI ? Les recommandations citées plus haut doivent prévaloir, sauf cas particuliers dûment expliqués et justifiés dans le dossier du patient. En cas de chirurgie, faut-il proposer une valve mécanique ou une bioprothèse ? L'intervention de Ross peut-elle être une option chez ce patient ? Quelle voie d'abord utiliser : sternotomie ou mini-invasive ? En cas de TAVI, quelle prothèse et quelle voie d'abord ? – le patient a-t-il besoin d'autres interventions cardiaques (valvulaires, coronaires) ? – quelle est la meilleure surface orificielle effective théorique (EOA) de la valve à implanter, et quelles sont les options chirurgicales/percutanées pour y parvenir (taille, type de valve) ?

– lorsque le patient reviendra pour une dégénérescence de la bioprothèse (chirurgicale ou TAVI), quelle stratégie faudra-t-il envisager, en fonction de l'intervention initiale : chirurgie redux ? TAVI valve-in-valve ? TAVI-in-TAVI ?

Le problème du mismatch patient/prothèse (PPM)

1. Incidence et pronostic

Le PPM est défini comme un écart entre l'EOA de la bioprothèse implantée et l'EOA requise par la taille corporelle du patient. Sur une des plus larges méta-analyses récentes [1] incluant 108 182 patients opérés d'un RVAo chirurgical, un PPM était présent chez plus d'un patient

sur deux après RVAo chirurgical (53,7 %). Compagnone *et al.* [2] ont récemment publié une incidence de 6,5 % pour les PPM sévères et de 43 % pour les PPM modérés. Flameng *W et al.* [3] avaient bien montré le rôle du PPM dans la détérioration structurelle des bioprothèses. Le PPM a été classé comme sévère si l'EOA indexée est $< 0,65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ et modéré si elle est comprise entre 0,65 et $0,85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Fallon *et al.* [4] en exploitant les données de la Society of Thoracic Surgery (STS), qui ont inclus 59 779 patients âgés ≥ 65 ans opérés d'un RVAo entre 2004 et 2014, trouvent une mortalité et des taux plus élevés de réadmission pour insuffisance cardiaque congestive et de réintervention chirurgicale et ce quel que soit le degré de PPM, même modéré. La mortalité périopératoire et la mortalité à 10 ans sont augmentées chez les patients avec PPM quelle que soit sa sévérité.

Un PPM sévère semble donc directement influencer la mortalité après chirurgie mais aussi après TAVI [1]. À 5 ans, les patients atteints de PPM sévère avaient une incidence significativement plus élevée du critère composite décès cardiovasculaire/infarctus aigu du myocarde/accident vasculaire cérébral par rapport à ceux sans PPM. Après ajustement pour d'éventuels facteurs de confusion, le PPM sévère restait un facteur prédictif indépendant des événements indésirables à long terme [2]. Leone *et al.* [5] ont étudié les facteurs prédictifs de PPM et de mortalité toutes causes à l'aide du registre d'implantation valvulaire aortique par cathéter SMALL (*International Multicenter Registry to Evaluate the Performance of Self-Expandable Valves in Small Aortic Annuli*). En analyse multivariée, le PPM sévère était un facteur prédictif indépendant de décès toutes causes confondues (HR: 4,27; IC95 % : 1,34-13,6).

Toutes ces observations conduisent à penser qu'un PPM sévère ne doit pas être toléré quel que soit le scénario, chirurgie ou TAVI.

2. Comment l'éviter ?

>>> Il faut tout d'abord le prévoir et c'est le rôle de l'évaluation multidisciplinaire par la Heart Team. Cela passe par une mesure précise de l'anneau (écho et surtout scanner), qui permet extrapoler la taille de la prothèse qui pourra être implantée. En chirurgie, c'est bien sûr le diamètre de l'orifice externe des fabricants qui doit être pris en compte.

>>> Les techniques chirurgicales préventives

● **Peut-on se contenter d'un RVA sans toucher à l'anneau ?** Le RVA chirurgical isolé est une technique maîtrisée, simple et surtout fiable, dont la mortalité est très faible. Dans les anneaux aortiques larges, ce qui est souvent le cas des bicuspidies, le RVA standard permet l'implantation de bioprothèses large ($\geq 25 \text{ mm}$), ce qui évite généralement la survenue d'un éventuel PPM. Dans les anneaux aortiques étroits ($\leq 21 \text{ mm}$), souvent l'apanage de patientes de petite taille en surpoids, l'implantation d'une bioprothèse large n'est pas possible. Plus que l'anneau lui-même, c'est toute la racine aortique qui est étroite et conditionne la taille de la prothèse : hauteur des coronaires, hauteur de la jonction sino-tubulaire, largeur des sinus. C'est probablement dans ce sous-groupe que la discussion au sein de la Heart Team apporte le plus grand bénéfice pour le patient, avec **deux impératifs majeurs** : bien gérer le "présent" et surtout bien préparer "l'avenir". Alors quelles options ?

■ **Les bioprothèses stentées** : dans ces anneaux étroits, et en l'absence de geste sur l'anneau aortique, l'utilisation de prothèses en position supra-annulaire (concept très commercial) n'a qu'un impact mineur sur le PPM.

L'implantation semi-anatomique, avec une valve cousue un peu en biais sur le sinus non coronaire, ne fait gagner au plus qu'une taille mais au prix d'une hémodynamique perturbée sur les feuil-

lets et donc d'un risque accru de détérioration rapide. Aujourd'hui, ces deux options sont probablement à éviter.

Par ailleurs, comme souligné plus haut, il faut autant que possible éviter les bioprothèses à feuillets montés à l'extérieur dans les petits anneaux en raison du risque très important d'une obstruction coronaire lors d'un futur TAVI valve-in-valve.

Dans ce groupe particulier, une nouvelle option est séduisante, bien qu'elle reste à évaluer : **l'utilisation de la dernière génération de bioprothèses d'Edwards Lifesciences, la valve INSPIRIS RESILIA, spécialement conçue pour un futur TAVI valve-in-valve**. Elle est en effet dotée d'un stent en alliage cobalt-chrome, bien visible en fluoroscopie, conçu de telle façon qu'il permettrait son extension sous la force radiale d'un ballon grâce à la présence d'une zone de fragilité permettant une fracture localisée et contrôlée. Cette valve intègre également le tissu RESILIA dont le traitement anti-calcifiant permettrait une préservation de l'intégrité des tissus. Lors de la glycérolisation, l'eau est remplacée par le glycérol, évitant ainsi la nécessité de conserver le tissu dans des solutions liquides telles que le glutaraldéhyde et toute nouvelle exposition aux aldéhydes libres qui font le lit des calcifications. L'utilisation de ce tissu entraîne une réduction de 72 % du calcium [3]. Les données de l'essai COMMENCE [6] ont montré une sécurité d'utilisation et des performances hémodynamiques favorables avec des EOA de $1,5 \pm 0,5 \text{ cm}^2$, des gradients moyens d'environ 11 mmHg et aucun cas de détérioration structurelle. À ce jour, aucune étude n'est disponible sur la longévité de cette valve. Le registre de durabilité RESILIA (INDURE) collecte actuellement des données de durabilité à 5 ans après utilisation de la valve INSPIRIS RESILIA chez des patients âgés de moins de 60 ans.

■ **Les valves stentless** : on peut les classer en deux familles : celles qui s'im-

plantent en “root/racine complète”, nécessitant une chirurgie de Bentall (Freestyle) et celles qui s’implantent en “mini-root/sous coronaire” ne nécessitant pas de geste sur la racine aortique (Solo, Freestyle modèle sous coronaire). De toute évidence, l’utilisation des bioprothèses *stentless* en “racine complète” comporte une mortalité double de celle du remplacement valvulaire aortique isolé et, par là même, ne trouve sa pleine justification qu’en cas de pathologie associée (anévrysme, dissection) de l’aorte ascendante [7].

Un autre point important est que le fait de remplacer complètement la racine de l’aorte (chirurgie de Bentall) ne permet pas de gagner énormément en taille de prothèse à implanter si un geste d’élargissement n’y est pas associé. Pour toutes ces raisons, l’utilisation des bioprothèses *stentless* en “racine complète” dans les petits anneaux n’est certainement pas la bonne solution. Les autres valves *stentless* (sous coronaires) sont techniquement plus difficiles à implanter. De plus, les réinterventions chirurgicales, en cas de dégénérescence, sont plus difficiles que pour les bioprothèses stentées en raison d’adhérences denses et de calcifications entre les feuillets valvulaires et la racine aortique native [8].

À l’instar des bioprothèses stentées avec des feuillets montés à l’extérieur, les bioprothèses *stentless* entraînent plus de risque de provoquer une entrave des ostia coronaires lors d’un futur TAVI valve-in-valve car elles sont supra-annulaires, leurs feuillets sont plus longs et ont tendance à s’étendre vers les sinus. Dans la mesure où les bioprothèses stentées de nouvelle génération présentent des profils hémodynamiques similaires et une longévité égale ou supérieure, il est facile de comprendre pourquoi de telles valves n’ont pas été largement adoptées par la communauté chirurgicale et ne sont quasiment plus utilisées actuellement [9-11].

■ **Les valves Sutureless et à déploiement rapide** : à l’heure actuelle, la litté-

rature disponible suggère que les taux de détérioration structurelle des valves Sutureless ou à déploiement rapide seraient non inférieurs à ceux des bioprothèses stentées [12, 13]. Cependant, elles exposent à des taux plus élevés de dysfonctionnement valvulaire non structurel, sous la forme de mauvais positionnements et de fuites paravalvulaires. L’incidence de ces dysfonctionnements devrait diminuer avec une meilleure expérience du “sizing” et du positionnement de la prothèse au moment de l’implantation.

Ces valves, au-delà de minimiser les temps de CEC dans des équipes bien rodées et de faciliter l’implantation chirurgicale mini invasive, pourraient être une solution utile dans les anneaux étroits si aucun geste sur l’anneau n’est retenu. Reste à bien évaluer la faisabilité et les résultats d’une future procédure de TAVI valve-in-valve en cas de dégénérescence de ces bioprothèses Sutureless et à déploiement rapide.

■ **Les homogreffes** : elles soulèvent de nombreux problèmes logistiques (difficultés d’approvisionnement en nombre suffisant, de différentes tailles, problèmes de stérilisation, de conditionnement et de stockage, nécessitant une banque spécialisée). Leur technique d’implantation est plus délicate. Leur durabilité est aléatoire, les publications suggérant qu’elles ont finalement une durabilité à peine supérieure à celle des bioprothèses [14]. Enfin, les réinterventions chirurgicales sont plus délicates en cas de dégénérescence. Toutes ces observations expliquent que leur utilisation est presque exclusivement réservée, en pratique, aux endocardites sur prothèses destructrices, avec abcès annulaires.

● **Faut-il faire un geste sur l’anneau aortique ?** Il s’agit d’une technique efficace mais qui augmente le risque opératoire. Les interventions d’élargissement de l’anneau aortique peuvent être proposées chez les patients ayant de petits anneaux conduisant à l’implantation

d’une prothèse dont l’EOA indexée expose à la survenue d’un PPM. Mais aujourd’hui, les chirurgiens doivent non seulement éviter le PPM, mais aussi faciliter un futur TAVI valve-in-valve. Les données publiées suggèrent que les résultats de ce dernier risquent d’être sous-optimaux dans les valves chirurgicales < 23 mm [15]. Plusieurs techniques d’élargissement de l’anneau ont été décrites et leurs résultats bien étudiés dans la littérature.

■ **Les techniques classiques de Manouguian et de Nicks modifiées** nécessitent l’ouverture de l’oreillette gauche et l’extension du patch sur le feuillet antérieur de la valve mitrale. Ces opérations augmentent la complexité de l’intervention et peuvent augmenter la morbidité et la mortalité, même si la littérature est controversée sur ce point [16]. Pour réduire le risque de régurgitation mitrale et la complexité opératoire, de nombreux chirurgiens étendent l’incision uniquement vers le bas jusqu’à l’insertion du feuillet valvulaire aortique. L’oreillette gauche et le feuillet antérieur ne sont pas ouverts, ce qui peut ne pas être suffisant lorsqu’un élargissement de 2 tailles complètes est vraiment requis.

■ **Une nouvelle technique chirurgicale récemment publiée par Yang** [17] a gagné en popularité parmi les chirurgiens cardiaques et pourrait jouer un rôle majeur dans les années à venir. Cette technique consiste en une incision en Y au niveau du rideau aorto-mitral avec la mise en place d’un patch rectangulaire agrandissant la racine aortique de 2 à 3 tailles sans toucher à la valve mitrale. L’extension de l’incision sous le nadir de la cusp coronaire gauche soulève la possibilité théorique d’un autre problème technique : en cousant dans un patch rectangulaire, l’ostium coronaire gauche est un peu déplacé, ce qui peut compromettre un éventuel TAVI valve-in-valve ultérieur.

Avec l’augmentation du nombre de TAVI valve-in-valve, la communauté chirurgicale va devoir accentuer son intérêt pour

les interventions d'élargissement de l'anneau, non seulement pour éviter le PPM mais aussi pour s'adapter et anticiper la future intervention percutanée lors de la dégénérescence de la prothèse. **Il est donc fondamental que ces décisions stratégiques soient parfaitement concertées au sein de la Heart Team dès le début de la prise en charge de la pathologie aortique, d'autant plus qu'il s'agit de patients jeunes désirant une bioprothèse.**

● *L'intervention de Ross : un regain d'intérêt pour les patients jeunes ?*

Cette intervention semble en effet avoir déclenché une nouvelle vague d'enthousiasme au cours des dernières décennies. Plusieurs études ont montré d'excellents résultats à long terme, nettement supérieurs à ceux de toutes les bioprothèses présentes sur le marché. Aboud *et al.* [18] ont suivi une large cohorte de 2 444 patients adultes âgés en moyenne de 44 ans. Outre le très faible taux de mortalité précoce (seulement 1,0 %), l'opé-

ration a permis une excellente survie à 25 ans (75,8 %). Les taux de réintervention sur l'autogreffe (0,69 % par patient/année), sur la voie d'éjection du ventricule droit (0,62 % par patient/année) et d'endocardite (0,36 % par patient/année) étaient particulièrement faibles. Roméo *et al.* [19] ont mené une cohorte multicentrique incluant 1 431 patients d'âge médian de 48 ans. Le taux de mortalité hospitalière était de 0,7 %. Les taux de survie à 10 et 15 ans étaient de 95,1 % et 88,5 %, respectivement. Les taux de réintervention d'autogreffe et d'homogreffe après 15 ans étaient de 8,0 % et 2,8 %, respectivement. David *et al.* [20] ont rapporté une survie à 20 ans de 89,2 %, et une absence de réintervention sur l'autogreffe et l'homogreffe dans 88,5 % et 91,8 % des cas, respectivement. Globalement, ces résultats sont impressionnants. Mais il est important de souligner que toutes ces études ont été menées dans des centres expérimentés avec des programmes spécifiquement

dédiés à cette intervention complexe, ce qui signifie que ces résultats pourraient ne pas être facilement reproductibles ni généralisables à d'autres équipes. En pratique, cette intervention peut donc être une alternative à discuter chez les patients très jeunes (< 50 ans) mais doit être réalisée exclusivement dans un centre expert [21].

● *L'intervention d'Ozaki (Aortic Valve Neo Cuspidization)* [22] : dernière-née des innovations chirurgicales, la procédure d'Ozaki est une technique innovante visant à la reconstruction de la valve aortique avec le péricarde du patient. Des études préliminaires montrent déjà une bonne hémodynamique et une bonne durabilité à moyen terme (5 ans) [23]. Cette procédure pourrait être une vraie alternative au remplacement valvulaire conventionnel, mais des données plus robustes sont nécessaires pour déterminer les taux de morbi-mortalité et de réparation à long terme.

Que faire quand le patient développe une dégénérescence structurelle de sa bioprothèse ?

Dans une grande méta-analyse récente [24] portant sur un total de 16 207 patients (TAVI valve-in-valve, n = 8 048 ; RVA redux, n = 8 159), le TAVI valve-in-valve était associé à un risque plus faible de décès à 30 jours (OR : 0,419 ; IC95 % : 0,278-0,632 ; p = 0,003), un risque plus faible d'hémorragie majeure et une durée d'hospitalisation plus courte. Cependant, les patients traités par un TAVI valve-in-valve avaient des taux plus élevés de PPM sévères que ceux traités par RVA redux (OR : 4,63 ; IC 95 % : 3,05-7,03 ; p < 0,001).

En pratique, en cas de dégénérescence de bioprothèse chirurgicale, un compromis doit être trouvé au sein de la Heart Team entre le risque d'une réinterven-

tion et celui d'un PPM sévère [25]. Plus la bioprothèse chirurgicale dégénérée est de petite taille, plus une intervention d'élargissement de l'anneau trouve son intérêt et doit être sérieusement discutée, en particulier chez les patients jeunes.

Le nombre de TAVI va certainement augmenter chez des patients de plus en plus jeunes et à faible risque, qui ont une espérance de vie considérablement plus longue et reviendront très probablement plus tard pour des traitements ultérieurs, y compris pour une explantation de la prothèse percutanée. Cette explantation doit aussi être discutée dans certains cas. Fukuhara *et al.* [26] ont publié une étude sur ce sujet, ayant inclus 483 patients (330 [68 %] avec une valve déployée par

ballon et 153 [32 %] avec des valves auto-déployées). Au cours de l'explantation, des gestes concomitants ont été nécessaires dans 63 % des cas, y compris un geste aortique (27 %), mitral (22 %), coronaire (15 %) et tricuspide (7 %). Les patients porteurs de valves auto-déployées ont nécessité plus souvent un remplacement de l'aorte ascendante associé (22 % contre 9 % ; p < 0,001) alors qu'aucune différence n'était observée quant à la nécessité d'un remplacement de la racine aortique. Percy *et al.* [27] ont étudié les résultats du TAVI-in-TAVI par rapport à une explantation de la prothèse. Le TAVI-in-TAVI était associé à une mortalité inférieure à 30 jours (6,2 % contre 12,3 % ; p = 0,05), mais la mortalité à 1 an était similaire (21,0 % contre 20,8 % ; p = 1 000).

Bibliographie

1. SÁ MPBO, DE CARVALHO MMB, SOBRAL FILHO DC *et al.* Surgical aortic valve replacement and patient-prosthesis mismatch: a meta-analysis of 108 182 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019; 56:44-54.
2. COMPAGNONE M, MARCHETTI G, TAGLIERI N *et al.* Long-term outcome of prosthesis-patient mismatch after transcatheter aortic valve replacement. *Int J Cardiol*, 2020;318:27-31.
3. FLAMENG W, MEURIS B, YPERMAN Y *et al.* Factors influencing calcification of cardiac bioprostheses in adolescent sheep. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2006;132:89-98.
4. FALLON JM, DESIMONE JP, BRENNAN JM *et al.* The Incidence and Consequence of Prosthesis-Patient Mismatch After Surgical Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*, 2018;106:14-22.
5. LEONE PP, REGAZZOLI D, PAGNESO M *et al.* TAVI-SMALL Investigators. Predictors and Clinical Impact of Prosthesis-Patient Mismatch After Self-Expandable TAVR in Small Annuli. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:1218-1228.
6. PUSKAS JD, BAVARIA JE, SVENSSON LG *et al.* The COMMENCE trial: 2-year outcomes with an aortic bioprosthesis with RESILIA tissue. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2017;52:432-439.
7. RANKIN JS, HAMMILL BG, FERGUSON TB *et al.* Determinants of operative mortality in valvular heartsurgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2006;131:547-557.
8. BORGER MA, PRASONGSUKARN K, ARMSTRONG S *et al.* Stentless aortic valve reoperations: a surgical challenge. *Ann Thorac*, 2007;84:737-743.
9. REPOSSINI A, FISCHLEIN T, SANTARPINO G *et al.* Pericardial stentless valve for aortic valve replacement: long-term results. *Ann Thorac Surg*, 2016;102:1956-1965.
10. STANGER O, BLEUEL I, GISLER F *et al.* The Freedom Solo pericardial stentless valve: Single-center experience, outcomes, and long-term durability. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2015;150:70-77.
11. SPONGA S, BARBERA MD, PAVONI D *et al.* Ten-year results of the Freedom Solo stentless heart valve: excellent haemodynamics but progressive valve dysfunction in the long term. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2017;24:663-669.
12. SHINN SH, ALTARABSHEH SE, DEO SV *et al.* A systemic review and meta-analysis of sutureless aortic valve replacement versus transcatheter aortic valve implantation. *Ann Thorac Surg*, 2018;106:924-929.
13. LAUFER G, HAVERICH A, ANDREAS M *et al.* Long-term outcomes of a rapid deployment aortic valve: data up to 5 years. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2017;52:281-287.
14. O'BRIEN MF, HARROCKS S, STAFFORD EG *et al.* The homograft aortic valve: a 29-year, 99.3% follow up of 1,022 valve replacements. *J Heart Valve Dis*, 2001; 10:334-338.
15. DVIR D, WEBB JG, BLEIZIFFER S *et al.* Valve-in-Valve International Data Registry Investigators Transcatheter aortic valve implantation in failed bioprosthetic surgical valves. *JAMA*, 2014;312:162-170.
16. HAUNSCHILD J, SCHARNOWSKI S, MENDE M *et al.* Aortic root enlargement to mitigate patient-prosthesis mismatch: do early adverse events justify reluctance? *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019;56:335-342.
17. YANG B. A novel simple technique to enlarge the aortic annulus by two valve sizes. *JTCVS Tech*, 2021;5:13-16.
18. ABOUD A, CHARITOS EI, FUJITA B *et al.* Long-Term Outcomes of Patients Undergoing the Ross Procedure. *J Am Coll Cardiol*, 2021;77:1412-1422.
19. ROMÉO JLR, PAPAGEORGIOU G, DA COSTA FFD *et al.* Long-term Clinical and Echocardiographic Outcomes in Young and Middle-aged Adults Undergoing the Ross Procedure. *JAMA Cardiol*, 2021;6:539-548.
20. DAVID TE, OUZOUNIAN M, DAVID CM *et al.* Late results of the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019;157:201-208.
21. VERVOORT D, EL-HAMAMSY I, CHU MWA *et al.* The Ross procedure and valve- sparing root replacement procedures in the adult patient: do guidelines follow the evidence? *Ann Cardiothorac Surg*, 2021;10:433-443.
22. OZAKI S, KAWASE I, YAMASHITA H *et al.* Aortic valve reconstruction using self-developed aortic valve plasty system in aortic valve disease. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2011;12:550-553.
23. OZAKI S, KAWASE I, YAMASHITA H *et al.* Midterm outcomes after aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2018;55:2379-2387.
24. POMPEU M, VAN DEN EYNDE J, SIMONATO M *et al.* Valve-in-Valve Transcatheter Aortic Valve Replacement Versus Redo Surgical Aortic Valve Replacement: An Updated Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:211-220.
25. BLEIZIFFER S, SIMONATO M, WEBB JG *et al.* Long-term outcomes after transcatheter aortic valve implantation in failed bioprosthetic valves. *Eur Heart J*, 2020; 41:2731-2742.
26. FUKUHARA S, BRESCHIA AA, SHIOMI S *et al.* Surgical explantation of transcatheter aortic bioprostheses: Results and clinical implications. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021;162:539-547.e1.
27. PERCY ED, HARLOFF MT, HIRJI S *et al.* Nationally Representative Repeat Transcatheter Aortic Valve Replacement Outcomes: Report From the Centers for Medicare and Medicaid Services. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021;14:1717-1726.