

INTERVENTIONS MITRALES PERCUTANÉES

LEMPEREUR M (1), DULGERU R (1), MARCHETTA S (1), DAVIN L (1), LANCELLOTTI P (2)

RÉSUMÉ : Après les valvulopathies aortiques, les valvulopathies mitrales représentent les plus nombreuses indications d'intervention valvulaire chirurgicale ou percutanée. Une prise en charge chirurgicale est privilégiée dans l'insuffisance mitrale sévère symptomatique. En cas de risque chirurgical élevé ou prohibitif, de nouvelles techniques se développent pour permettre une prise en charge percutanée, moins invasive. Dans ces circonstances, le MitraClip® permet de traiter des insuffisances mitrales pour lesquelles la morphologie valvulaire est adéquate. La sténose mitrale survenant en cas de maladie rhumatismale est actuellement traitée, en première intention, par valvuloplastie percutanée au ballonnet lorsque les caractéristiques anatomiques sont favorables. À côté de la technique d'Inoue, qui reste la procédure classique, d'autres approches sont disponibles avec des résultats encourageants.

MOTS-CLÉS : *Insuffisance mitrale - Sténose mitrale - Réparation mitrale percutanée - Valvuloplastie mitrale percutanée - MitraClip - Pathologie cardiaque structurelle*

INTRODUCTION

Après les valvulopathies aortiques, les valvulopathies mitrales sont celles qui nécessitent le plus souvent une intervention, soit chirurgicale, soit percutanée. L'incidence, de même que l'étiologie des valvulopathies mitrales, varient selon les données géographiques et démographiques. Dans les pays industrialisés, l'insuffisance mitrale (IM) est une valvulopathie assez fréquente dont l'incidence augmente avec l'âge, touchant 1,7 % de la population générale et près de 10 % des patients âgés de plus de 75 ans, sous une forme modérée à sévère (1, 2). L'IM s'associe à un pronostic défavorable, surtout lorsqu'elle devient sévère. Parmi les différentes techniques percutanées de réparation valvulaire mitrale, le dispositif MitraClip® est le plus utilisé, avec des résultats prometteurs chez les patients bien sélectionnés porteurs d'une IM sévère symptomatique à haut risque chirurgical. En cas de sténose mitrale rhumatismale, assez rare dans les pays occidentaux, l'approche

PERCUTANEOUS MITRAL INTERVENTIONS

SUMMARY : After aortic valve diseases, mitral valve diseases represent the most numerous indications of surgical or percutaneous valvular intervention. Surgical management is favoured in severe symptomatic mitral regurgitation. In case of high or prohibitive surgical risk, new techniques are developed to allow percutaneous, less invasive management. In these circumstances, MitraClip® allows the treatment of mitral regurgitation in case of adequate valve morphology. Percutaneous balloon valvuloplasty is currently the first-line treatment of mitral stenosis related to rheumatic disease when anatomical features are favourable. Alongside the Inoue technique, which remains the classical procedure, other approaches are available with encouraging results.

KEYWORDS : *Mitral regurgitation - Mitral stenosis - Percutaneous mitral repair - Percutaneous mitral valvuloplasty - MitraClip - Structural heart disease*

mini-invasive par valvuloplastie mitrale percutanée (VMP) au ballonnet s'est imposée comme le traitement de première intention chez les patients symptomatiques avec anatomie mitrale favorable et en l'absence de contre-indication.

RÉPARATION MITRALE PERCUTANÉE

La fonction de la valve mitrale repose sur une interaction coordonnée de l'anneau mitral, des deux feuillets mitraux, et des cordages attachés aux muscles papillaires, parties intégrantes du ventricule gauche. La défaillance d'un de ces composants peut causer une IM significative. En pratique, on distingue deux classes d'IM : l'IM primaire (organique ou dégénérative) et l'IM secondaire (fonctionnelle) (3). Ces deux entités se différencient sur le plan des étiologies, des traitements proposés et du pronostic associé. L'IM primaire est définie par la présence d'altérations structurelles au niveau des feuillets ou de l'appareil sous-valvulaire. Les causes les plus fréquentes d'IM primaire comprennent la maladie mitrale dégénérative, dont le prolapsus valvulaire et la maladie de Barlow, et la maladie rhumatismale. L'IM secondaire est due à des changements dans la fonction ou la géométrie des structures anatomiques adjacentes. Ainsi, en cas de dysfonction ventriculaire gauche, le déplacement des muscles papillaires, éventuellement associé à une dilatation de l'anneau, exerce une traction sur les cordages valvulaires

(1) Chef de Clinique, Service de Cardiologie, CHU Liège, Belgique.

(2) Professeur à l'ULiège, Chef de Service de Cardiologie, Directeur du GIGA Cardiovasculaire, CHU Liège, Belgique.

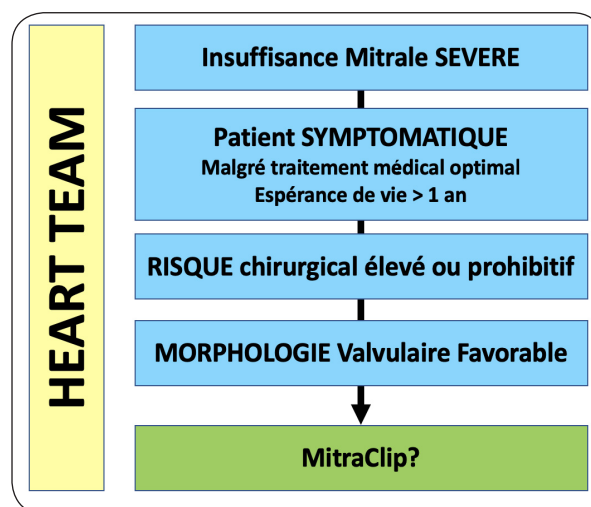
et empêche une coaptation normale (4). La présence d'une ischémie de même que la survenue d'un infarctus au niveau des piliers peuvent être la cause d'une IM secondaire, comme cela a été démontré dans notre centre (5). Les causes les plus fréquentes d'IM secondaire sont la cardiopathie ischémique et la cardiomyopathie dilatée.

INDICATIONS ET SÉLECTION DES PATIENTS

Une prise en charge chirurgicale est indiquée chez les patients présentant une IM sévère primaire symptomatique. La chirurgie est aussi recommandée chez les patients asymptomatiques qui présentent des signes de dysfonction ventriculaire gauche (diamètre télésystolique ≥ 45 mm et/ou fraction d'éjection ≤ 60 %). La réparation valvulaire mitrale est préférée au remplacement valvulaire en cas d'insuffisance sur prolapsus, mais demande une expertise pour obtenir de bons résultats à moyen et long termes (6). En cas d'IM secondaire, les indications chirurgicales sont plus restrictives, étant donné l'absence de preuve d'un bénéfice en terme de survie, de la présence d'un risque chirurgical souvent non négligeable et de récurrences fréquentes de l'IM après réparation (7). La chirurgie valvulaire mitrale est ainsi réservée aux patients pris en charge pour revascularisation myocardique par pontage aorto-coronaire ou en cas de possibilité de revascularisation concomitante en cas d'IM sévère symptomatique avec dysfonction ventriculaire gauche sévère (6).

En pratique, Il existe un certain nombre de patients qui présentent une IM sévère symptomatique, mais qui sont réfutés pour un traitement chirurgical ou jugés à haut risque chirurgical. Chez ceux-ci, une réparation mitrale par abord percutané peut être envisagée. Actuellement, il existe plusieurs technologies disponibles, dont la plupart est en cours de développement clinique. La technique du MitraClip® (Abbott) est celle pour laquelle il existe le plus de données. Elle consiste à effectuer une réparation dite «bord-à-bord» en effectuant une «suture» de la portion moyenne des feuillets mitraux antérieur et postérieur en insérant un ou plusieurs clips. L'implantation de MitraClip® doit être discutée en Heart Team, en tenant compte du patient dans sa globalité (comorbidités, préférences) et des risques et bénéfices à long terme du traitement choisi (6) (Figure 1). La plupart des cas réalisés en Europe est représenté par des IM fonctionnelles, même si de bons résultats peuvent être obtenus en cas d'IM primaire (8). Une évaluation échocardiographique rigoureuse par voie transoesophagienne (ETO) des caractéristiques

Figure 1. Etapes de l'évaluation en cas de prise en charge par implantation de MitraClip®. Chaque étape est discutée en «Heart Team».



morphologiques de l'appareil valvulaire mitral est indispensable pour sélectionner les patients (9). Même si chaque cas doit être discuté individuellement, la morphologie idéale pour cette procédure comprend une IM prenant naissance dans la portion centrale d'une valve non rhumatismale, avec une coaptation des feuillets supérieurs à 2 mm, l'absence de calcifications dans la zone de saisie, une longueur suffisante du feuillet postérieur (> 10 mm) et une surface valvulaire mitrale de > 4 cm². La présence d'un large prolapsus («flail width») > 15 mm, d'un écart entre les deux feuillets («flail-gap») > 10 mm, et/ou d'une profondeur de coaptation > 11 mm sont des critères associés à une procédure plus compliquée pouvant rendre le patient inéligible. De même, la procédure ne doit pas être retenue en cas d'endocardite, d'antécédents de chirurgie mitrale ou en cas de fissure («cleft») ou de perforation des feuillets mitraux (Tableau I) (10). Les autres contre-indications comprennent la présence d'un thrombus intracardiaque, veineux fémoral, ou au niveau de la veine cave inférieure, la présence de contre-indications absolues à la réalisation d'une ETO et l'impossibilité pour le patient d'être traité par antithrombotiques. La présence d'une surface valvulaire minimale est nécessaire en raison du risque de création d'une sténose mitrale lors de l'implantation de MitraClip®.

TECHNIQUE DE RÉPARATION MITRALE PERCUTANÉE

Le principe de la réparation mitrale percutanée par implantation de clips provient de l'intervention chirurgicale décrite pour la première fois

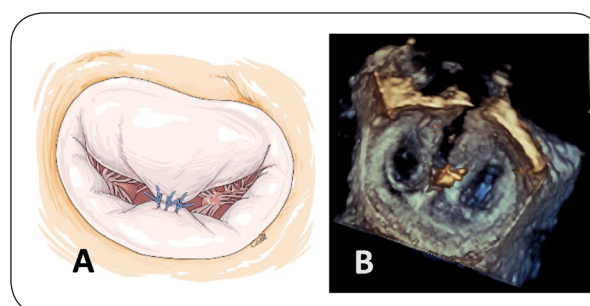
Tableau I. Caractéristiques morphologiques échocardiographiques favorables et défavorables à la réalisation d'une procédure MitraClip® (10).

Caractéristiques	Morphologie valvulaire idéale	Morphologie valvulaire défavorable
Etiologie	Etiologie non rhumatismale	Valve rhumatismale, contexte d'endocardite ou antécédent de chirurgie valvulaire mitrale
Origine du flux	Origine du flux de régurgitation au niveau de la portion centrale de la valve	Perforation d'un feuillet ou présence d'un « cleft »
Calcifications	Absence de calcifications dans la zone cible	Calcifications sévères dans la zone cible
Surface valvulaire	Surface valvulaire mitrale $\geq 4 \text{ cm}^2$	Sténose mitrale significative (gradient de pression transmitral $> 4 \text{ mmHg}$, surface valvulaire mitrale $< 3 \text{ cm}^2$)
Feuillet postérieur	Longueur du feuillet postérieur $\geq 10 \text{ mm}$	Longueur du feuillet postérieur $< 7 \text{ mm}$
Prolapsus	En cas de prolapsus : Largeur du prolapsus $< 15 \text{ mm}$, gap $< 10 \text{ mm}$	
Coaptation	Présence de suffisamment de tissus dans la zone de coaptation : longueur de coaptation $> 2 \text{ mm}$, profondeur de la coaptation $< 11 \text{ mm}$	Ecart entre les feuillets $> 2 \text{ mm}$

par Alfieri (11). La technique consiste à réparer un prolapsus valvulaire mitral en effectuant une suture bord-à-bord des festons des feuillets antérieur et postérieur, ce qui crée une valve mitrale «double-orifice» et permet de réduire la fuite mitrale (Figure 2). Cette technique a été développée pour un abord percutané et a abouti à la mise sur le marché du MitraClip®, qui a maintenant été implanté chez plus de 40.000 patients à travers le monde.

Le MitraClip® est constitué d'un clip en alliage cobalt-chrome recouvert de Dacron, mesurant environ 4 mm de large et comprenant deux bras qui s'ouvrent et se ferment par un système complexe de délivrance. Entre les bras du clip, se trouvent des «grippers» qui sont dentelés et permettent de stabiliser les feuillets valvulaires en les «agrippant» du côté auriculaire quand le clip est positionné correctement (Figure 3). Lors de la «saisie» (fermeture du clip), chaque feuillet est stabilisé entre un bras du clip et les «grippers», puis le clip est refermé et verrouillé. Cela permet de rapprocher les feuillets «bord-à-bord» et d'améliorer la coaptation, et ainsi de réduire la fuite. Il existe actuellement deux tailles de clips qui sont choisies selon l'anatomie du patient : NTR (taille standard) et XTR (bras 5 mm plus long, permettant une saisie plus aisée et une plus longue zone de coaptation). Le clip est initialement avancé dans l'oreillette gauche

Figure 2. A : Schéma montrant la technique d'Alfieri consistant en la suture de A2 et P2, créant ainsi un «double-orifice». B : Aspect de double-orifice de la valve mitrale en ETO 3D après mise en place d'un MitraClip®.

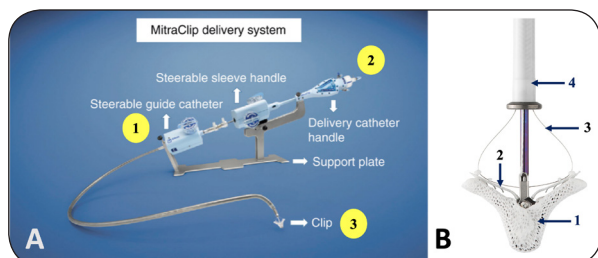


via un «cathéter-guide» de 24 Fr (8 mm) après réalisation d'une ponction transseptale. Ce «cathéter-guide» est flexible et peut être manipulé dans toutes les directions de l'espace.

ÉTAPES DE LA PROCÉDURE

La procédure est réalisée au CHU de Liège depuis 2016 dans le cadre d'une coopération au sein du réseau de soins MitraClip®. L'intervention est actuellement réalisée sous anesthésie générale en salle hybride, sous guidage par fluoroscopie et ETO 3D (12). Cette procédure

Figure 3. A : Système du MitraClip® comprenant un «cathéter-guide» orientable (1), un système de délivrance du clip (2), et le clip (3). **B :** MitraClip® composé du clip en cobalt-chrome recouvert de Dacron (1) et des grippers (2) (filament commandant le mouvement des «grippers» (3), câble fixant le MitraClip® (4)).



nécessite un travail en équipe, avec une excellente communication entre les échocardiographistes et les cardiologues interventionnels.

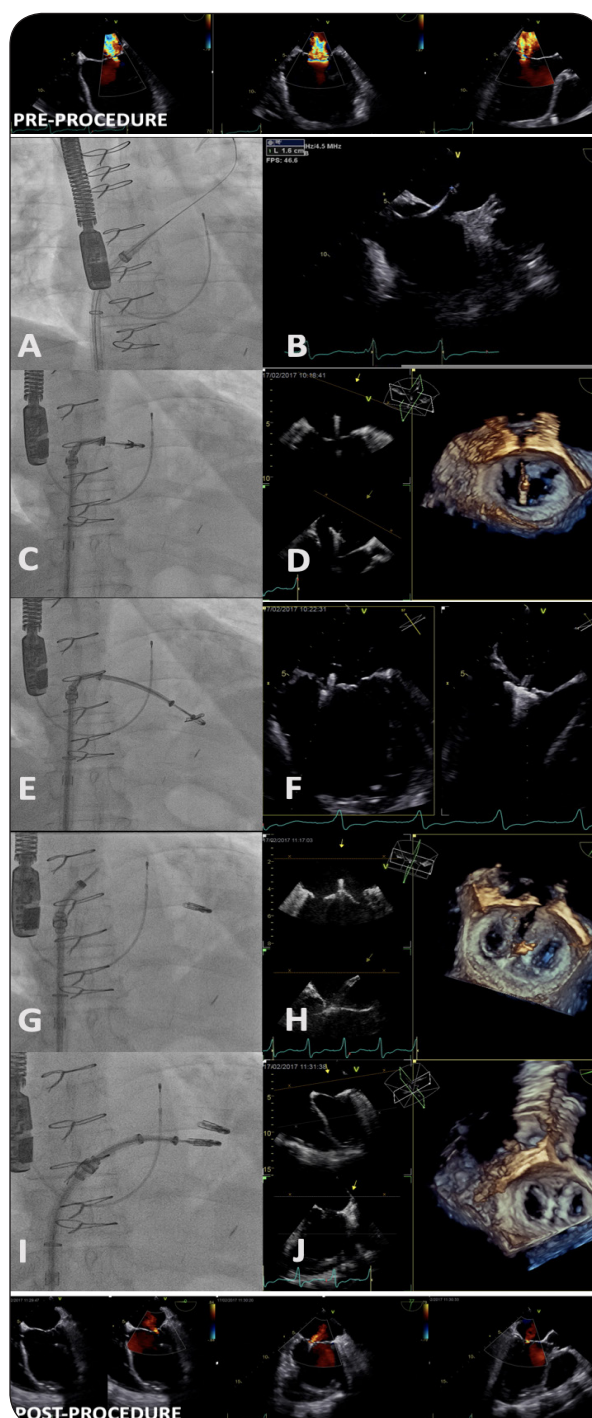
• ACCÈS VASCULAIRE, PONCTION TRANSEPTALE ET INSERTION DU «CATHÉTER-GUIDE»

L'abord vasculaire est réalisé par ponction de la veine fémorale droite. Après la mise en place d'un introducteur de 14 Fr, la ponction transseptale est réalisée sous contrôle ETO. De l'héparine est alors administrée (ACT, «activated clotting time», > 250 secondes). Le cathéter est ensuite avancé dans l'oreillette gauche, puis échangé sur un fil-guide rigide pour un cathéter-guide dédié au MitraClip® (Figure 4).

• AVANCEMENT ET POSITIONNEMENT DU SYSTÈME DE DÉLIVRANCE EN REGARD DE LA ZONE CIBLE (ORIGINE DU JET DE RÉGURGITATION)

Le système de délivrance est avancé sous contrôle fluoroscopique et ETO. Le clip est orienté vers la valve mitrale en effectuant une flexion de l'extrémité du système pour orienter le clip médialement. Le clip est progressivement positionné de sorte que l'orientation du cathéter corresponde à la zone cible, représenté généralement par l'origine principale de la fuite mitrale, le plus souvent en A2-P2. La trajectoire du clip est vérifiée par ETO en coupe trois cavités et en coupe bicommissurale. Le Doppler couleur est aussi utilisé pour s'assurer que le clip est bien situé au milieu du jet de régurgitation. Une fois l'axe d'avancement du clip obtenu, le clip est ouvert à 180° au sein de l'oreillette gauche pour visualiser la position des bras du clip par rapport à la ligne de coaptation. On effectue alors, si nécessaire, une rotation du clip sur son

Figure 4. En haut, évaluation pré-opératoire par ETO montrant une IM sévère. Etapes de la procédure de MitraClip® illustrées par angiographie (colonne de gauche) et échocardiographie (colonne de droite). A, B : ponction transseptale et avancement du «cathéter-guide» au travers du septum. C, D : Avancement et orientation du clip en supra-valvulaire. E, F : Descente du clip en dessous de la valve mitrale et saisie des feuillets. G, H : Résultat après libération du clip. I, J : Mise en place d'un deuxième clip à proximité du premier. En bas, résultats après intervention de type MitraClip® avec IM réduite à un grade 1+ (Intervention réalisée au CHU Liège)



axe, l'objectif étant d'orienter le clip pour que ses bras soient perpendiculaires aux commissures. Le clip est avancé au sein du ventricule gauche de sorte que l'extrémité des bras du clip se trouvent juste en dessous du bord libre des feuillets mitraux.

• SAISIE DES FEUILLETS PAR LE CLIP ET FERMETURE DU CLIP

Une fois en position optimale pour la saisie, le clip est remonté sous contrôle ETO 3D en mode X-plan, ce qui permet d'obtenir simultanément deux coupes orthogonales (coupe 3-cavités et coupe bicommissurale). En remontant le clip, les feuillets mitraux se déposent sur les bras du clip, ce qui peut demander plusieurs manœuvres d'ajustement. Les «grippers» sont rapidement descendus et le clip est refermé à environ 60°. Une évaluation complète est alors réalisée. Elle comprend l'analyse de la qualité de la saisie, de la réduction de l'IM et de la présence éventuelle d'une sténose mitrale. En cas de résultat satisfaisant, le clip est refermé complètement.

• LIBÉRATION DU CLIP, RETRAIT DU MATÉRIEL ET FERMETURE DE L'ACCÈS VEINEUX

Avant libération du clip, une nouvelle évaluation exhaustive est réalisée en veillant à être dans des conditions hémodynamiques similaires aux conditions habituelles retrouvées chez le patient. Selon les résultats après le premier clip, on peut être amené à implanter un ou plusieurs clip(s) supplémentaire(s). Une fois l'implantation du ou des clip(s) terminée, le système est prudemment retiré. L'hémostase veineuse est obtenue par une suture en «forme de huit» associée à un bandage compressif.

RÉSULTATS DANS LES ÉTUDES CLINIQUES

Le dispositif MitraClip® a été évalué dans plusieurs registres et études randomisées (13, 14). L'étude randomisée EVEREST II (279 patients) a montré que, même si le remplacement chirurgical de la valve était supérieur au MitraClip® pour la réduction de la sévérité de la fuite mitrale, ce dispositif améliorait les symptômes, et permettait une réduction durable de la régurgitation mitrale et de la taille du ventricule gauche après un suivi allant jusqu'à 5 ans. La majorité des reprises chirurgicales était réalisée dans les 6 mois suivant la procédure (14).

Deux autres études randomisées ont été publiées en 2018. L'essai multicentrique français MITRA-FR, concernant 304 patients avec IM secondaire sévère, fraction d'éjection ventriculaire

gauche entre 15 et 40 % et insuffisance cardiaque symptomatique, a permis de confirmer la faisabilité et l'efficacité de la technique pour réduire la fuite mitrale (15). Néanmoins, elle n'a pas démontré d'impact de l'implantation de dispositifs mitraclips sur les décès de toutes causes et les réhospitalisations pour insuffisance cardiaque à 12 mois, critère composite principal d'évaluation : 56,9 % dans le bras Mitraclip et traitement médical optimal vs 51,3 % dans le groupe traitement médical optimal seul ($p = 0,53$). L'étude COAPT, étude multicentrique nord-américaine, a, elle aussi, confirmé la faisabilité et l'efficacité de la procédure sur la fuite mitrale. Elle a également mis en évidence les bénéfices de la procédure sur les hospitalisations pour insuffisance cardiaque au cours des 24 mois de suivi (critère principal d'évaluation) : taux annualisé d'hospitalisations à 24 mois de 35,8 % dans le bras MitraClip® et traitement médical optimal versus 67,9 % dans le groupe traitement médical optimal seul ($p < 0,001$). Le taux d'absence de complication liée à la procédure était de 96,6 %. Le taux de décès toutes causes confondues était diminué de manière significative dans le groupe MitraClip® (29,1 % versus 46,1 %, $p < 0,001$) (16). Les différences dans les résultats de ces études sont toujours débattues. Cependant, on peut souligner que les patients inclus dans MITRA-FR étaient moins nombreux (304 versus 614), présentaient une IM moins sévère (surface de l'orifice régurgitant effectif à 31 mm² dans MITRA-FR versus 41 mm² dans COAPT) et étaient traités dans des centres avec moins d'expérience. Certains soulignent, néanmoins, que les patients inclus dans MITRA-FR se rapprochent plus de la pratique quotidienne, tandis que les résultats de COAPT sont plus représentatifs d'une population hyper-sélectionnée et chez qui le traitement médical était extrêmement bien suivi et maximalisé (17).

Actuellement, en Europe, les patients bénéficiant de cette procédure sont des patients à haut risque chirurgical, avec environ deux tiers des patients avec IM fonctionnelle. Avec l'augmentation de l'expérience des centres, on a observé un élargissement des critères cliniques et anatomiques d'implantation, avec des résultats restant encourageants (8, 18). Les recommandations européennes, rédigées avant la publication des études les plus récentes, placent la réparation mitrale percutanée en classe IIb («peut être considéré»), avec un niveau d'évidence C chez les patients avec IM primaire sévère symptomatique qui remplissent les critères échographiques d'éligibilité et qui sont jugés par le «Heart Team» à risque chirurgical élevé ou prohibitif (6). Les résultats observés en cas d'IM secondaire sont tout à fait favorables et vont probablement entraîner une modification des recommanda-

tions cliniques (16, 19). La place du MitraClip® dans l'arsenal thérapeutique des centres valvulaires («Heart Valve Centres») est encore à définir selon les résultats des études, l'évolution de l'expérience et le développement de nouvelles techniques d'intervention (20, 21).

COMPLICATIONS, TRAITEMENT ET SUIVI POST-PROCÉDURAL

Le taux de complication varie selon les études et la population étudiée (13, 15, 16). Les complications périprocédurales comprennent les hémorragies, le détachement partiel ou complet du clip, la survenue d'épanchement péricardique et la lésion du septum inter-auriculaire. A moyen et long termes, les complications sont surtout associées à l'insuffisance cardiaque sous-jacente et aux comorbidités du patient. Sur le plan thérapeutique, le traitement médical de l'insuffisance cardiaque est poursuivi et doit être optimisé. Un traitement par aspirine est recommandé pour une durée de 3-12 mois, associé à du clopidogrel pour 1-3 mois, à l'exception des patients qui sont anti-coagulés au long terme, le plus souvent pour de la fibrillation auriculaire. Un suivi clinique et échocardiographique régulier est organisé avec intégration des résultats dans le registre belge MITRABEL.

AUTRES TECHNIQUES DE RÉPARATION MITRALE PERCUTANÉE

De nombreux dispositifs sont actuellement en cours de développement pour permettre une réparation mitrale percutanée (22). Plusieurs d'entre eux offrent, ainsi, la possibilité de réaliser une annuloplastie mitrale directe ou indirecte, soit en fixant une bande en polyester rétractable sur l'anneau mitral (Cardioband®, Cardioband Edwards Lifesciences) (23), soit en insérant un dispositif en nitinol dans le sinus coronaire (Carillon®, Cardiac Dimensions Inc) (24). D'autres dispositifs permettent de remplacer un cordage, voire de remodeler le ventricule gauche, pour diminuer l'IM secondaire. Enfin, plusieurs études sont en cours pour évaluer les techniques de remplacement mitral percutané, avec des résultats encourageants (25).

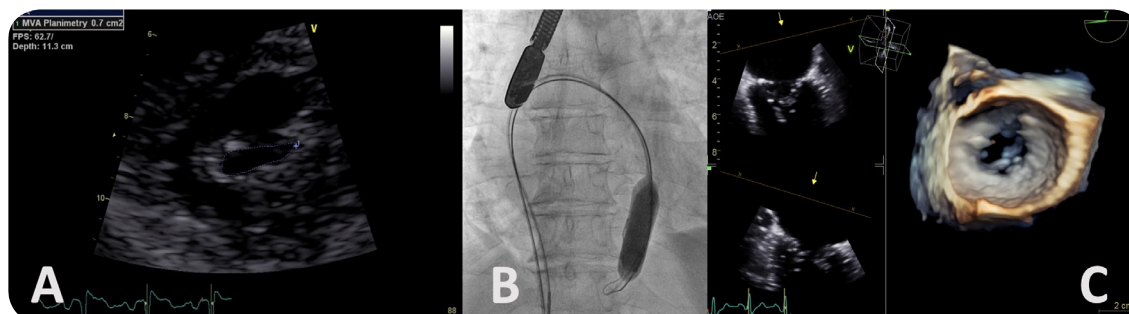
VALVULOPLASTIE MITRALE PERCUTANÉE AU BALLONNET EN CAS DE STÉNOSE MITRALE

La sténose mitrale est une valvulopathie associée à une morbi-mortalité significative, avec des complications majeures comprenant l'œdème pulmonaire aigu, l'embolisation systémique et l'hypertension pulmonaire. La sténose mitrale d'origine rhumatismale est la valvulopathie la plus fréquente dans les pays en voie de développement (26). Dans les pays industrialisés, la prévalence de la sténose mitrale a fortement diminué et est actuellement surtout représentée par des sténoses mitrales dégénératives calcifiées (1). Les cas de sténose mitrale rhumatismale ne sont toutefois pas très rares chez nous, surtout au sein de la population immigrée. En cas de maladie mitrale rhumatismale, les symptômes apparaissent 16 à 40 ans après l'épisode de rhumatisme articulaire aigu. Depuis son introduction par Inoue et al. en 1984 (27), la valvuloplastie mitrale percutanée (VMP) au ballonnet garde une place importante dans le traitement de cette pathologie et reste le traitement de choix en cas de caractéristiques morphologiques favorables.

INDICATIONS ET SÉLECTION DES PATIENTS

En cas de sténose mitrale modérée à sévère (surface mitrale < 1,5 cm²), une intervention est indiquée chez les patients symptomatiques (recommandation de classe IB). En cas de risque élevé de complications thrombo-emboliques (antécédent de complication embolique systémique, contraste spontané dans l'oreillette gauche, fibrillation auriculaire inaugurale) ou de décompensation hémodynamique (pression pulmonaire systolique au repos > 50 mmHg, nécessité d'une chirurgie non-cardiaque, désir de grossesse), une intervention chez les patients asymptomatiques doit également être considérée (recommandation de classe IIaC) (6). Le type de traitement doit être basé sur les caractéristiques cliniques du patient et sur l'évaluation échocardiographique. La VMP est indiquée en première intention en cas de morphologie favorable. L'échocardiographie permet de déterminer, non seulement la sévérité de la sténose mitrale et ses répercussions hémodynamiques (pressions pulmonaires), mais aussi la faisabilité et le pronostic à court terme de la valvuloplastie. Il existe plusieurs systèmes de score, dont le plus utilisé est le score de Wilkins (28). Ce score prend en considération la mobilité valvulaire, la présence d'épaississement valvulaire ou de l'appareil sous-valvulaire ainsi que la

Figure 5. A : Planimétrie par échocardiographie montrant une surface valvulaire mitrale réduite à 0,7 cm². B : Valvuloplastie mitrale percutanée avec le système Multitrack comprenant 2 ballons qui sont inflatés simultanément. C : Résultat après valvuloplastie montrant la restauration d'une bonne ouverture valvulaire (1,6 cm² en planimétrie) (Intervention réalisée au CHU Liège, Site Sart-Tilman).



présence de calcifications. Les caractéristiques cliniques défavorables à la VMP comprennent un âge avancé, des antécédents de commissurotomie, une classe fonctionnelle NYHA IV, de la fibrillation auriculaire et une hypertension pulmonaire sévère. Sur le plan anatomique, les caractéristiques défavorables comprennent un score de Wilkins élevé, une surface valvulaire très réduite et une insuffisance tricuspide sévère. Les contre-indications à la VMP sont la présence de thrombus dans l'oreillette gauche, la présence de calcifications sévères ou bi-commissurales, l'absence de fusion commissurale, la présence d'IM modérée ou sévère et la présence d'une autre indication de chirurgie cardiaque (valvulopathie sévère, coronaropathie sévère). En général, les cas pris en charge en chirurgie se limitent aux patients avec contre-indications à la VMP ou avec caractéristiques défavorables à la VMP.

TECHNIQUE DE VALVULOPLASTIE AU BALLONNET

Après obtention d'un accès veineux fémoral, une ponction transseptale est réalisée, en général dans la portion centrale de la fosse ovale. Une ETO peropératoire est nécessaire, en particulier pour la ponction transseptale. L'ETO 2D/3D permet, notamment, de guider la procédure chez les patients dont l'anatomie peut être modifiée de par la présence de la sténose mitrale (dilatation atriale majeure, bombement du septum interauriculaire). De l'héparine est administrée après la ponction transseptale (ACT cible > 250 secondes). La procédure classique utilise le ballon d'Inoue et coll. (29), qui est un ballon à faible profil dont l'extension est pression-dépendante et qui est dit «self-positioning». Il existe quatre dimensions différentes de ballon à adapter selon la taille du patient. Le ballon est composé de trois parties distinctes qui ont,

chacune, leur propriété élastique propre, ce qui permet de réaliser une inflation séquentielle et, ainsi, de stabiliser le ballon lors de la commissurotomie. Le ballon est avancé le long d'un fil-guide jusqu'au niveau du ventricule gauche. La portion distale du ballon est alors gonflée et le ballon est retiré pour venir se positionner à cheval de part et d'autre de la valve mitrale. Après inflation de la portion proximale du ballon dans l'oreillette gauche et stabilisation, la portion centrale est dilatée jusqu'à disparition de l'empreinte centrale. En cas de résultat insatisfaisant après évaluation échocardiographique, une inflation avec un ballon de plus grand diamètre peut être réalisée de manière progressive. En fin de procédure, le matériel est retiré et on effectue une compression manuelle du point d'accès.

Il existe aussi une technique dite à double-ballon qui consiste à mettre en place 2 fils-guides pour permettre une inflation simultanée de 2 ballons (30). Cette technique a été améliorée avec le développement d'un système, appelé Multi-Track™, qui permet l'utilisation de 2 ballons sur un seul fil-guide (utilisée préférentiellement au CHU de Liège, Site Sart-Tilman) (31) (Figure 5). Pendant la procédure, l'ETO permet d'évaluer les résultats sur l'ouverture mitrale (ouverture commissurale) et de détecter les éventuelles complications (apparition d'une fuite mitrale, épanchement péricardique) de manière précoce. La planimétrie par échographie 2D/3D est la technique de choix pour évaluer la surface valvulaire (32). Le Doppler couleur est, quant à lui, préféré pour évaluer l'apparition ou l'aggravation d'une insuffisance mitrale. Généralement, on décide de mettre fin à la procédure une fois l'obtention d'une surface valvulaire mitrale > 1 cm²/m² et ouverture complète d'au moins une des deux commissures ou en cas d'apparition ou aggravation d'une insuffisance mitrale plus que légère.

COMPLICATIONS

Les complications sont, le plus souvent, liées aux caractéristiques cliniques et anatomiques du patient (33). La survenue d'un hémopéricarde est estimée à 0,5 - 12 % et est secondaire, soit à la ponction transseptale, soit à la perforation du ventricule gauche par le matériel utilisé. Le traitement consiste en la réalisation d'une pericardiocentèse en urgence. La survenue d'embolie (0,5 - 5 %) peut être secondaire à la présence de thrombus avant la procédure, au développement de thrombus en per-procédure ou à une embolie gazeuse. Une IM sévère peut apparaître dans certains cas, souvent en raison d'une déchirure d'un feuillet ou d'une rupture de cordage; une prise en charge chirurgicale est alors nécessaire dans la majorité des cas. Les autres complications comprennent les complications rythmiques (fibrillation auriculaire, bloc auriculo-ventriculaire complet), vasculaires (hématome) et infectieuses (endocardite).

RÉSULTATS CLINIQUES

Les résultats à court terme après VMP sont très bons, avec une surface d'ouverture mitrale augmentant de plus de 100 % (passant classiquement de 1,0 cm² à environ 2,0 cm²). Ce gain permet de diminuer, significativement, la pression atriale gauche, le gradient trans-valvulaire mitral, les pressions pulmonaires et d'augmenter l'index cardiaque. Après un suivi d'un an, on observe, généralement, la persistance d'une amélioration du statut hémodynamique, avec réduction de la pression pulmonaire systolique et augmentation du débit cardiaque. A plus long terme, une diminution progressive de la surface valvulaire mitrale est observée chez certains patients (34). En revanche, en cas d'apparition d'une IM légère à modérée, on n'observe pas de progression significative dans la majorité des cas.

Les résultats à long terme sont multifactoriels et dépendent fortement du statut clinique et hémodynamique et des caractéristiques échocardiographiques initiales. Les résultats à long terme sont souvent évalués par des critères composites comprenant la survie, l'absence de réintervention mitrale et le statut fonctionnel, avec un taux variant de 35 à 70 % à 10-15 ans de suivi (35). Les facteurs de bon pronostic à long terme comprennent la présence d'une valve peu déformée, une fonction ventriculaire gauche normale et une meilleure classe fonctionnelle NYHA (36). La comparaison des résultats à long terme après VMP par ballon d'Inoue ou par double-ballon classique semble similaire avec des résultats satisfaisants jusqu'à 25 ans (37), bien que certaines études non randomisées montrent un taux de complications

plus important en cas d'utilisation de la technique double-ballon. Les résultats avec le système Multi-track seraient équivalents à la technique d'Inoue et associés à une simplification de la procédure et à une limitation des coûts (38).

CONCLUSION

Le développement des techniques percutanées pour la prise en charge des valvulopathies mitrales permet d'étendre les indications à des patients qui sont jugés à haut risque chirurgical ou réfutés pour la chirurgie. La sélection rigoureuse des patients sur les plans anatomique et clinique, ainsi que la discussion des cas en «Heart Team» sont nécessaires pour atteindre de bons résultats cliniques et améliorer les symptômes et la survie des patients. De nombreuses techniques sont en cours de développement et il est probable que, dans le futur, un choix doive se faire dans la technique optimale ou l'association de différentes techniques. *In fine*, l'arrivée de nouvelles techniques de remplacement valvulaire mitral par voie percutanée pourrait révolutionner la prise en charge de ces patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. Iung B, Baron G, Butchart EG, et al.— A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe : the Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*, 2003, **24**, 1231-1243.
2. Iung B, Vahanian A.— Epidemiology of valvular heart disease in the adult. *Nat. Rev. Cardiol*, 2011, **8**, 162-172.
3. Lancellotti P, Moura L, Pierard LA, et al.— European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr*, 2010, **11**, 307-332.
4. Otsuji Y, Levine RA, Takeuchi M, et al.— Mechanism of ischemic mitral regurgitation. *J Cardiol*, 2008, **51**, 145-156.
5. Pierard LA, Lancellotti P.— The role of ischemic mitral regurgitation in the pathogenesis of acute pulmonary edema. *N Engl J Med*, 2004, **351**, 1627-1634.
6. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al.— 2017 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2017, **38**, 2739-2791.
7. Mihaljevic T, Lam B-K, Rajeswaran J, et al.— Impact of mitral valve annuloplasty combined with revascularization in patients with functional ischemic mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol*, 2007, **49**, 2191-2201.

8. Franzen O, Baldus S, Rudolph V, et al.— Acute outcomes of MitraClip therapy for mitral regurgitation in high-surgical-risk patients : emphasis on adverse valve morphology and severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J*, 2010, **31**, 1373-1381.
9. Mauri L, Garg P, Massaro JM, et al.— The EVEREST II Trial: design and rationale for a randomized study of the edge-to-edge mitral valve repair system compared with mitral valve surgery for mitral regurgitation. *Am Heart J*, 2010, **160**, 23-29.
10. Beigel R, Wunderlich NC, Kar S, et al.— The evolution of percutaneous mitral valve repair therapy: Lessons learned and implications for patient selection. *J Am Coll Cardiol*, 2014, **64**, 2688-2700.
11. Alfieri O, Maisano F, De Bonis M, et al.— The double-orifice technique in mitral valve repair : a simple solution for complex problems. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2001, **122**, 674-681.
12. Altiok E, Becker M, Hamada S, et al.— Optimized guidance of percutaneous edge-to-edge repair of the mitral valve using real-time 3-D transesophageal echocardiography. *Clin Res Cardiol*, 2011, **100**, 675-681.
13. Feldman T, Kar S, Rinaldi M, et al.— Percutaneous mitral repair with the MitraClip system : safety and midterm durability in the initial EVEREST (Endovascular Valve Edge-to-Edge REpair Study) cohort. *J Am Coll Cardiol*, 2009, **54**, 686-694.
14. Feldman T, Kar S, Elmariah S, et al.— Randomized comparison of percutaneous repair and surgery for mitral regurgitation : 5-year results of EVEREST II. *J Am Coll Cardiol*, 2015, **66**, 2844-2854.
15. Obadia J-F, Messika-Zeitoun D, Leurent G, et al.— Percutaneous repair or medical treatment for secondary mitral regurgitation. *N Engl J Med*, 2018, **379**, 2297-306.
16. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, et al.— Transcatheter mitral-valve repair in patients with heart failure. *N Engl J Med*, 2018, **379**, 2307-2318.
17. Nishimura RA, Bonow RO.— Percutaneous repair of secondary mitral regurgitation — A tale of two trials. *N Engl J Med*, 2018, **379**, 2374-2376.
18. Pleger ST, Mereles D, Schulz-Schönhagen M, et al.— Acute safety and 30-day outcome after percutaneous edge-to-edge repair of mitral regurgitation in very high-risk patients. *Am J Cardiol*, 2011, **108**, 1478-1482.
19. Baumgartner H.— Has the time come to recommend percutaneous mitral edge-to-edge repair for severe secondary mitral regurgitation? *Circulation*, 2019, **139**, 48-50.
20. Feldman T, Young A.— Percutaneous approaches to valve repair for mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol*, 2014, **63**, 2057-2068.
21. Sorajja P, Leon MB, Adams DH, et al.— Transcatheter therapy for mitral regurgitation clinical challenges and potential solutions. *Circulation*, 2017, **136**, 404-417.
22. Feldman T, Young A.— Percutaneous approaches to valve repair for mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol*, 2014, **63**, 2057-2068.
23. Maisano F, Taramasso M, Nickenig G, et al.— Cardioband, a transcatheter surgical-like direct mitral valve annuloplasty system : early results of the feasibility trial. *Eur Heart J*, 2016, **37**, 817-825.
24. Schofer J, Siminiak T, Haude M, et al.— Percutaneous mitral annuloplasty for functional mitral regurgitation: results of the CARILLON Mitral Annuloplasty Device European Union Study. *Circulation*, 2009, **120**, 326-333.
25. Regueiro A, Granada JF, Dagenais F, et al.— Transcatheter mitral valve replacement: insights from early clinical experience and future challenges. *J Am Coll Cardiol*, 2017, **69**, 2175-2192.
26. Chandrashekar Y, Westaby S, Narula J.— Mitral stenosis. *Lancet*, 2009, **374**, 1271-1283.
27. Inoue K, Owaki T, Nakamura T, et al.— Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1984, **87**, 394-402.
28. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, et al.— Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve : an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. *Br Heart*, 1988, **60**, 299-308.
29. Vahanian A, Cormier B, Iung B.— Percutaneous transvenous mitral commissurotomy using the Inoue balloon : international experience. *Catheter Cardiovasc Diagn*, 1994, **Suppl 2**, 8-15.
30. Al Zaibag M, Ribeiro PA, Al Kasab S, et al.— Percutaneous double-balloon mitral valvotomy for rheumatic mitral-valve stenosis. *Lancet*, 1986, **1**, 757-761.
31. Bonhoeffer P, Hausse A, Yonga G, et al.— Technique and results of percutaneous mitral valvuloplasty with the multi-track system. *J Interv Cardiol*, 2000, **13**, 263-268.
32. Messika-Zeitoun D, Brochet E, Holmin C, et al.— Three-dimensional evaluation of the mitral valve area and commissural opening before and after percutaneous mitral commissurotomy in patients with mitral stenosis. *Eur Heart J*, 2007, **28**, 72-79.
33. Badheka AO, Shah N, Ghatak A, et al.— Balloon mitral valvuloplasty in the United States : a 13-year perspective. *Am J Med*, 2014, **127**, 1126.e1-12.
34. Hernandez R, Banuelos C, Alfonso F, et al.— Long-term clinical and echocardiographic follow-up after percutaneous mitral valvuloplasty with the Inoue balloon. *Circulation*, 1999, **99**, 1580-1586.
35. Bouleti C, Iung B, Laouénan C, et al.— Late results of percutaneous mitral commissurotomy up to 20 years. *Circulation*, 2012, **125**, 2119-2127.
36. Palacios IF, Sanchez PL, Harrell LC, et al.— Which patients benefit from percutaneous mitral balloon valvuloplasty? Prevalvuloplasty and postvalvuloplasty variables that predict long-term outcome. *Circulation*, 2002, **105**, 1465-1471.
37. Lee S, Kang DH, Kim DH, et al.— Late outcome of percutaneous mitral commissurotomy : randomized comparison of inoue versus double-balloon technique. *Am Heart J*, 2017, **194**, 1-8.
38. Bonhoeffer P, Esteves C, Casal U, et al.— Percutaneous mitral valve dilatation with the multi-track system. *Catheter Cardiovasc Interv*, 1999, **48**, 178-183.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au
 au Prof P. Lancellotti, Université de Liège, Service de
 Cardiologie, CHU Liège, 4000 Liège, Belgique.
 Email : plancellotti@chuliege.be



Abbott

REACHING EVERY HEART'S POTENTIAL

With our life-changing technologies
and 360° patient-centric approach,
we are shaping the future of
Structural Heart disease to help
people live the best lives they can.

