

## Anesthésie pour cardiologie interventionnelle

Pr. Dan Longrois\*, Dr. Jean-Pol Depoix, Dr. Hassan Ibrahim, Pr. Philippe Montravers

*Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Bichat-Claude Bernard, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, 46, rue Henri Huchard, 75877 Paris Cedex 18, France*

\* Correspondance : Pr. Dan Longrois ([dan.longrois@bch.aphp.fr](mailto:dan.longrois@bch.aphp.fr))

### POINTS ESSENTIELS

- La cardiologie interventionnelle (CI) comprend les techniques destinées à modifier la structure/ fonction cardiaque sans intervention chirurgicale.
- Certaines techniques de CI n'ont jamais relevé d'une intervention chirurgicale (l'électrophysiologie cardiaque exploratrice et thérapeutique). Plus récemment la CI investit des pathologies qui relevaient classiquement de la chirurgie cardiaque (traitement de valvulopathies).
- Les cardiopathies qui peuvent bénéficier de la CI sont nombreuses et les réserves/fonctions cardiaques des patients peuvent être normales ou très altérées, avec le corollaire des comorbidités et des traitements chroniques complexes.
- Les éléments clé d'une anesthésie et des soins périopératoires de qualité pour CI sont la connaissance des cardiopathies sous-jacentes et des techniques qui seront utilisées ainsi que la communication avec l'équipe de cardiologie. Ceci permet d'anticiper le niveau requis d'assistance anesthésique et les complications.
- La prise en charge anesthésique peut aller de la simple sédation de confort jusqu'au niveau d'invasivité et de complexité de la chirurgie cardiaque soit d'emblée soit en cas de complication. Un « partage » du monitoring (cathétérisme artériel et veineux central) avec les équipes de cardiologie interventionnelle permet de diminuer le degré d'invasivité anesthésique. L'utilisation quasi constante de l'échocardiographie pour le traitement en CI des valvulopathies contribue au monitoring hémodynamique.
- Les protocoles anesthésiques se sont simplifiés abandonnant autant que possible l'anesthésie générale (risque accru d'hypotension artérielle, d'expansion volémique et d'utilisation de médicaments inotropes positifs/vasoconstricteurs) en faveur de l'anesthésie locorégionale avec complément de sédation.
- D'un point de vue organisationnel, la CI représente un défi car peu de services ont déjà des salles d'intervention hybrides permettant la réalisation des interventions dans les blocs opératoires. La radioprotection fait partie de ces défis organisationnels.
- L'essor récent des techniques de CI laisse présager un développement important dans les prochaines années.

## INTRODUCTION ET DÉFINITIONS

Les maladies cardiovasculaires sont fréquentes dans la population des pays occidentaux (1). Leur prise en charge thérapeutique a évolué à partir de la dichotomie initiale médicale versus chirurgicale vers une troisième voie dite de cardiologie interventionnelle (CI). La CI comprend les techniques destinées à corriger les anomalies de la structure/ fonction cardiaque sans intervention chirurgicale majeure (hors complications).

La CI comprend: (i) le traitement des coronaropathies (angioplasties avec ou sans stents ; mais qui ne sont que très rarement prises en charge par des équipes anesthésiques et qui ne seront pas abordées dans ce chapitre) ; (ii) la rythmologie exploratrice et thérapeutique qui est relativement ancienne, mais qui a évolué vers des indications de plus en plus larges et sophistiquées ; (iii) le traitement des valvulopathies (aortique, mitrale, autres) qui est un domaine en plein essor ; (iv) les fermetures percutanées de communications entre les cavités cardiaques et les fermetures d'auricule ; (v) les procédures endovasculaires qui ne seront pas abordées dans ce texte, tout comme les procédures de dénervation rénale.

Malgré le terme générique de CI, pour les équipes d'anesthésie, il s'agit de problématiques très hétérogènes. Les patients peuvent avoir des réserves cardiaques intactes et tolérer l'anesthésie et les contraintes interventionnelles sans problèmes ou au contraire, avoir une dysfonction cardiaque majeure qui rendra tout acte anesthésique difficile à réaliser.

### **Les défis créés par la CI pour la prise en charge anesthésique et péri-interventionnelle.**

#### **Les défis médicaux**

La connaissance de la cardiopathie et des modifications physiopathologiques qu'elle engendre (le degré de dysfonction cardiaque, la présence d'une hypertension artérielle pulmonaire ou HTAP, etc.) sont essentielles afin d'anticiper les modifications induites par l'anesthésie et la procédure cardio-interventionnelle. La connaissance des traitements et de leur gestion périopératoire fait partie de ces défis.

La prise en charge périopératoire des nombreuses comorbidités (pathologies respiratoires notamment la présence d'un syndrome d'apnée obstructif du sommeil, les dysfonctions rénale, hépatique) est indispensable, mais ceci n'est pas une spécificité de la CI.

La connaissance des temps de la technique de CI, du niveau de stimulation nociceptive qui peut varier (comme pour toute autre intervention) ainsi que des principales complications per- et post-procédure est indispensable pour anticiper, diagnostiquer et traiter rapidement ces complications. L'énumération de ces éléments rend évident le fait que malgré une apparente simplicité des techniques anesthésiques (voir la suite), une prise en charge de qualité des patients qui bénéficient de la CI nécessite, pour les équipes d'anesthésie, des connaissances de cardiologie et de CI.

### **Les défis anesthésiques**

La prise en charge anesthésique (évaluation préopératoire, monitoring, technique d'anesthésie, surveillance post-interventionnelle) doit être « calibrée » aux patients, à la pathologie et à la courbe d'apprentissage de l'équipe de CI. Les techniques anesthésiques vont de la simple surveillance, à la sédation « vigile », à l'anesthésie générale avec un niveau d'invasivité comparable à celui de la chirurgie cardiovasculaire lourde.

### **Les défis organisationnels**

Le faible taux de complications (moins de 5 %) de la plupart des procédures d'électrophysiologie par exemple est une incitation à avoir un encadrement médical anesthésique « allégé ». La multiplication des équipes de CI, même au sein du même établissement, représente une pression importante pour la dispersion des sites sur lesquels les équipes d'anesthésie-réanimation doivent intervenir. Dans l'établissement des auteurs, l'éloignement géographique par rapport au bloc central et la complexité des procédures valvulaires de CI a été une incitation à établir un niveau de sécurité maximum : infirmière (IADE) et médecin (MAR) anesthésistes sur site, pour certaines activités (traitement des valvulopathies), mais pas sur d'autres (IADE sur site et MAR disponible sur le site d'électrophysiologie ; la présence sur site des équipes de cardiologie peut, après signature d'une convention entre les services et l'administration hospitalière, permettre de préserver un niveau de sécurité correcte). Le deuxième défi organisationnel consiste, pour le même type de procédures (par exemple les interventions d'ablation de différents types de troubles du rythme), d'adapter le niveau de sécurité en fonction de la pathologie du patient. Le risque de complications est faible pour l'ablation d'un flutter atrial chez un patient jeune, mais beaucoup plus élevé pour un patient qui doit bénéficier d'une ablation de tachycardie ventriculaire sur un cœur dont la fonction systolique ventriculaire gauche (VG) est très altérée. Cette adaptation implique l'existence d'un circuit d'information entre les équipes de cardiologie et celles d'anesthésie-réanimation pour identifier le parcours hospitalier de tels patients. Le site de prise en charge post-interventionnelle des patients doit être prédéfini entre les équipes d'anesthésie-réanimation et de cardiologie. Enfin, une politique de prise en charge des complications vitales doit être mise en place (qui doit être appelé, sécurisation des lignes d'appel, etc.).

### **Description des principales techniques interventionnelles cardiologiques et de leurs problématiques d'anesthésie**

Les techniques d'électrophysiologie sont présentées dans le **Tableau 1**.

Tableau1.- Résumé des principes de prise en charge anesthésiques des principales interventions d'électrophysiologie.

Techniques d'électrophysiologie	Technique d'anesthésie habituellement utilisée	Commentaires
Implantation de dispositifs d'entraînement électrosystolique (EES) sans défibrillateur	Anesthésie locale et sédation « vigile » par rémifentanil en perfusion continue avec objectif de concentration (typiquement cible à 2 ng/ml).	L'abord peut être par la veine céphalique ou la veine sous-clavière. Cet abord impose une radiographie thoracique pour vérifier l'absence de pneumothorax.
Implantation de dispositif d'EES avec défibrillateur	Anesthésie locale, sédation vigile (rémifentanil); complément d'hypnotique (propofol à 0,3-0,5 mg/kg) en cas de test de l'efficacité de la défibrillation	Il peut s'agir de patients ayant une altération importante des fonctions systolique et diastolique ventriculaires. En cas d'anesthésie générale, une perfusion continue de phényléphrine est souvent nécessaire pour éviter une baisse de la pression artérielle supérieure à 20 % par rapport aux valeurs habituelles du patient.
Remplacement de boîtier	Anesthésie locale, sédation « vigile »; une bradycardie sévère de courte durée peut survenir.	
Techniques d'exploration endocavitaire	Gestes réalisés habituellement sans présence de l'équipe d'anesthésie	
Techniques d'ablation (diverses indications) - flutter atrial et fibrillation atriale, tachycardies supraventriculaires ou ventriculaires	Anesthésie locale et sédation « vigile »; complément d'hypnotique en cas de nécessité de cardioversion (comme pour les défibrillateurs implantables)	Le niveau d'altération des fonctions systolique et diastolique ventriculaire est très variable. Les patients qui ont des tachycardies ventriculaires ont un risque de complications per- et post-procédure plus important. La gestion périopératoire de l'anticoagulation doit être faite en collaboration avec l'équipe de cardiologie.
Ablation des électrodes	Peut nécessiter seulement une surveillance anesthésique, mais aussi nécessiter une escalade rapide vers une anesthésie générale en cas de difficultés ou de complications (tamponnade)	

La prise en charge anesthésique, quelle que soit la technique d'électrophysiologie, doit intégrer le risque potentiel de modification de l'électrophysiologie cardiaque induite par les médicaments anesthésiques. Les halogénés augmentent la durée du

potentiel d'action et la durée de l'intervalle QTc (2), surtout chez les personnes âgées, (3) mais aussi chez l'enfant (4). Le sévoflurane prolonge de manière significative la période réfractaire effective de la voie accessoire par rapport au propofol (2). Le rémifentanil diminue la conduction du nœud sinoatrial et atrio-ventriculaire (5).

Le mécanisme de l'allongement de l'intervalle QTc induit par les halogénés est complexe. Le sévoflurane et le desflurane bloquent le canal potassique hERG (Human Ether-a-go-go Related Gene) responsable du courant de repolarisation I(Kr). Le ralentissement de la repolarisation peut être détecté par la prolongation de l'intervalle QT de l'ECG. En cas de QTc long, une extrasystole peut déclencher une tachycardie ventriculaire polymorphe (torsades de pointe). De nombreux médicaments non anesthésiques utilisés en pré- (les psychotropes (7), les antihistaminiques (8)) et anesthésiques (les halogénés (9-11) chez l'adulte et chez les enfants (4,12)) allongent l'intervalle QTc (6). Les effets des halogénés sont additifs avec ceux des antiarythmiques de classe III (13). Le propofol et certains morphiniques (rémifentanil, sufentanil, morphine) ont peu d'effets sur l'allongement de l'intervalle QTc car ils bloquent le canal potassique hERG seulement à des concentrations supra-thérapeutiques (14).

La pertinence clinique de ces effets électrophysiologiques des halogénés, bien démontrés expérimentalement, est difficile à cerner. Si ces effets avaient une pertinence clinique, il devrait être possible de montrer que le type d'hypnotique choisi (halogénés versus propofol) modifie le seuil de défibrillation lors des tests des défibrillateurs implantables (le seuil de défibrillation devrait être plus élevé avec les halogénés par exemple). Dans une des rares études prospectives randomisées, où chaque patient a été son propre témoin, il n'a pas été démontré de différence de seuil de défibrillation entre le propofol d'un côté et l'isoflurane de l'autre (15). La prudence suggère, néanmoins d'utiliser le propofol comme médicament hypnotique en cas d'exploration électrophysiologique. Si un halogéné est nécessaire, le sévoflurane devrait être préféré au desflurane (9).

Une controverse a existé quant à la technique d'anesthésie pour l'implantation des défibrillateurs implantables (DAI) (16). L'efficacité de l'implantation (la capacité à détecter et à corriger un trouble du rythme mettant en jeu le pronostic vital) est confirmée par deux chocs. En cas d'échec de la défibrillation par les électrodes endocardiques, un choc électrique externe était utilisé. Au début, l'implantation des DAI était réalisée sous anesthésie générale avec intubation oro-trachéale (IOT) pendant toute la procédure à cause de l'anxiété des patients ayant une cardiopathie (17), de la longueur des procédures en cas de resynchronisation interventriculaire et du risque anticipé d'inhalation par augmentation de la pression abdominale lorsque seulement la période des chocs électriques était couverte par une anesthésie générale sans IOT. Plusieurs études ont montré que cette dernière stratégie (sédation « vigile » et approfondissement pour couvrir les chocs sans IOT) était probablement suffisante (16). C'est cette dernière stratégie qui est maintenant adoptée par la plupart des centres. De surcroît, l'anesthésie générale avec IOT est un véritable défi anesthésique car à cause de la très fréquente altération de la fonction systolique VG, de la polymédication (bêtabloquants, inhibiteurs de l'enzyme de conversion, autres vasodilatateurs, diurétiques à très forte dose) il est très difficile d'obtenir à la fois un niveau d'anesthésie

suffisamment profond pour éviter la mémorisation explicite (18) per-anesthésique et une pression artérielle qui ne diminue pas de plus de 20 % par rapport aux valeurs de base des patients pendant la procédure (19). La solution au problème est de traiter l'hypotension artérielle par une perfusion continue d'agoniste alpha1-adrénérique (phényléphrine), des fois à des doses importantes. La perfusion peut en général être arrêtée sans problème lors du réveil anesthésique. Cette stratégie est justifiée par la diminution importante du niveau de stimulation sympathique induite par l'anesthésie avec comme conséquences une augmentation de la compliance veineuse et une diminution du débit cardiaque sans hypovolémie réelle.

Les principales complications immédiates liées à l'implantation des EES sont liées à l'abord veineux (hématome, pneumothorax), à la présence des électrodes intracardiaques (troubles du rythme), à la perforation des cavités cardiaques (tamponnade, état de choc), aux lésions de la valve tricuspide. D'autres complications (infection sur sonde, déplacement, etc.) peuvent survenir à distance.

## **Prise en charge en cardiologie interventionnelle des valvulopathies**

### **Pathologies de la valve aortique**

Dans les pays occidentaux, le rétrécissement aortique (RA) dégénératif est une pathologie fréquente (20). Même avec une prise en charge médicale adéquate, après l'apparition des symptômes, les patients ayant un RA ont une survie à 2 ans de seulement 50 % (20,21). La chirurgie cardiaque (remplacement valvulaire aortique ou RVA) est le traitement curatif de référence. Malgré des résultats chirurgicaux considérés comme acceptables en termes de survie (moins de 10 % de mortalité à 30 jours (20,22)) et de morbidité postopératoire, jusqu'à 30 % des patients ayant un RA symptomatique ne sont pas opérés car ces patients sont considérés comme à très haut risque de mortalité (>15 % à 30 jours) ou inopérables (mortalité à 30 jours > 50 %) (20-22). Les contre-indications chirurgicales du RA sont en relation avec une altération de la fonction cardiaque, avec des comorbidités sévères ou alors simplement en relation avec un âge trop avancé (20-22). Ces patients considérés comme à très haut risque ou inopérables bénéficiaient classiquement d'une valvuloplastie aortique percutanée, mais les résultats de cette technique étaient transitoires et ne semblaient pas modifier l'histoire naturelle du RA symptomatique car la mortalité à 1 an reste à 50 % et ils nécessitent des réhospitalisations fréquentes (20,21). En 2002, Cribier et al. ont réalisé la première implantation valvulaire aortique percutanée (IVAP) chez l'homme (23) et après plusieurs modifications techniques, les IVAP ont évolué vers deux types de valves : la valve Edwards SAPIEN XT® (Edwards Lifesciences Corporation, Irvine, CA, USA) et la valve CoreValve® (Medtronic CV Luxembourg S.a.r.l., Luxembourg) ; de nombreux autres fabricants sont en train de mettre sur le marché d'autres types de valves (20). Parmi les patients avec RA symptomatique ayant des contre-indications au RVA, environ 45 % ont des indications de TAVI (24).

Les problèmes techniques cardiologiques et chirurgicaux de ces valves ont été abordés dans la littérature cardiologique (20) et d'anesthésie-réanimation (25). Plusieurs études prospectives randomisées (versus traitement médical qui comprenant

la valvuloplastie aortique percutanée (21)) ou versus RVA (22), ainsi que plusieurs registres (26) ou observatoires (27) ont démontré que les IVAP sont une alternative thérapeutique crédible chez les patients considérés comme à haut risque chirurgical (ou inopérables) pour les RVA. Les IVAP, dont la technique évolue, seront probablement proposées aux patients considérés comme à moindre risque chirurgical de RVA, surtout si le suivi à long terme confirme les résultats prometteurs à court terme (20). De manière globale, les techniques d'implantation valvulaire percutanée seront probablement utilisées pour traiter les complications au long cours des remplacements valvulaires chirurgicaux (technique dite de valve-in valve) dans toutes les localisations (28-30).

Les connaissances de cardiologie pertinentes pour les équipes d'anesthésie-réanimation sont les suivantes : (i) les indications actuelles des IVAP (31) restent les patients ayant un RA symptomatique ayant un risque chirurgical trop élevé ou étant considérés comme inopérables ; (ii) ces patients sont âgés (médiane d'âge supérieure à 80 ans (25;32;33) et ont une altération importante de la fonction cardiaque et de nombreuses comorbidités (25;32;33) ; (iii) les IVAP sont proposées en première intention pour une insertion rétrograde par voie artérielle fémorale (20) ; en cas de contre-indications, d'autres sites artériels sont proposés (la voie sous-clavière, la voie axillaire) qui ne nécessitent pas l'ouverture du thorax . En cas de contre-indications à ces sites artériels, il existe la possibilité de réaliser les IVAP par voie aortique ou trans-apicale ventriculaire gauche, mais ceci nécessite une ouverture du thorax. Une contre-indication à la voie fémorale témoigne d'une gravité supplémentaire des patients.

Les principales considérations anesthésiques ont été revues ((25;34-36)) et seront résumées seulement ici. La gestion des comorbidités et des traitements chroniques ne possède pas de particularités. Après évaluation pré-interventionnelle pluridisciplinaire, malgré l'âge avancé, les cardiopathies (dont le RA) et les comorbidités, dans l'expérience des auteurs, il n'existe pas de contre-indications d'ordre anesthésique à la réalisation des IVAP. Dans les cas considérés comme très sévères, la concertation multidisciplinaire pré-interventionnelle et les échanges avec la famille permettent de définir le degré d'escalade thérapeutique post-interventionnelle en cas de complications.

Le monitoring invasif (cathéter artériel, cathétérisme d'une grosse veine) de ces patients est partagé avec les équipes de cardiologie. La présence de l'échocardiographe pendant l'intervention permet de diagnostiquer les mécanismes d'une instabilité hémodynamique.

Les deux grandes techniques d'anesthésie proposées sont : (i) l'anesthésie générale avec IOT (considérée comme souhaitable par les auteurs en cas d'ouverture du thorax ou d'abord sous-clavier et/ou de présence d'échographie transœsophagienne) ; (ii) l'anesthésie locorégionale ou ALR (pour les sites de ponction fémoral et éventuellement axillaire) avec une sédation « vigile » par rémifentanil dans l'équipe des auteurs ; une supplémentation en faible dose d'hypnotique (propofol surtout, très rarement midazolam) peut être nécessaire. La présence de la perfusion continue de rémifentanil potentialise les effets déprimeurs respiratoires de l'association rémifentanil-propofol. Une dose de 10 mg de propofol, chez des patients de plus de 80

ans, peut induire une apnée. La possibilité d'une conversion immédiate en anesthésie générale doit faire partie de la technique ALR/sédation initiale (25,34-36). D'autres techniques d'anesthésie ont été décrites comme l'anesthésie péridurale (37) et diverses combinaisons des différentes techniques avec divers médicaments anesthésiques (25,34-36). Les avantages/inconvénients de l'AG versus ALR/sédation ont été revus (25,34-36) mais il faut se souvenir qu'il n'existe pas d'études prospectives, randomisées ayant comparé l'AG à l'ALR/sédation pour les IVAP. L'AG est clairement associée à une utilisation plus fréquente (90 % des patients) des médicaments vasoconstricteurs/inotropes positifs par rapport à la technique ALR/sédation (20 % des patients)(25,32,33). Les patients ayant bénéficié d'une AG ont également des besoins d'expansion volémique plus importants(25,32,33). Les équipes qui ont une grande expérience des IVAP ont progressivement remplacé l'AG par l'ALR/sédation chez les patients ayant des IVAP par voie fémorale.

Les complications des IVAP ont fait l'objet d'une standardisation des définitions afin de pouvoir comparer les différentes séries d'IVAP entre elles et surtout avec le RVA (30, 38). Elles concernent : (i) les complications liées à l'abord (saignement, syndrome hémorragique, dissections, etc.) ; (ii) les complications liées à la mise en place de la valve pouvant aboutir très rapidement à un état de choc nécessitant une sanction par chirurgie cardiaque (obstruction d'une coronaire, rupture de l'anneau aortique, hémopéricarde) ; ces deux types de complications peuvent nécessiter une conversion immédiate vers l'AG et le traitement habituel des états de choc et le recours à une intervention de chirurgie cardiaque ; (iii) des complications à relativement court terme qui concernent les équipes d'anesthésie non pas en salle d'intervention, mais lors de la surveillance post-interventionnelle (bloc atrio-ventriculaire avec la nécessité d'implantation d'un dispositif d'entraînement électrosystolique, accident vasculaire cérébral per-procédure ou retardé de quelques heures, la survenue d'une fibrillation atriale, d'un choc cardiogénique, d'une insuffisance rénale).

Ces complications immédiates et retardées représentent un véritable défi organisationnel : la simplicité de la prise en charge anesthésique en l'absence de complications est à mettre en parallèle avec la fréquence (environ 30 %) et la gravité des complications et la nécessité d'une prise en charge rapide et efficace par des équipes entraînées à la chirurgie cardiaque. Le choix fait par l'institution dans laquelle travaillent les auteurs est de confier l'activité de CI (presque) exclusivement aux équipes d'anesthésie-réanimation du secteur de chirurgie cardiaque.

### **Réparations percutanées de l'insuffisance mitrale**

Dans les pays occidentaux, l'insuffisance mitrale (IM) est la deuxième valvulopathie la plus fréquente après le rétrécissement aortique (39). Le traitement classique des IM qui échappent au traitement médical est la chirurgie. Les indications de réparation chirurgicale des IM sont les IM symptomatiques ou asymptomatiques avec dilatation et/ou dysfonction ventriculaire gauche (40). Il a été estimé que jusqu'à 50 % des patients qui devraient bénéficier d'une réparation chirurgicale de leur IM n'en bénéficient pas à cause des contre-indications chirurgicales ou d'un risque de mortalité/complications périopératoires considéré comme trop important(41). Depuis

quelques années, plusieurs types de procédures de CI ont été développés (42;43). Ces procédures sont destinées à corriger une insuffisance mitrale (IM) sévère (grade 3+ ou 4+) chez des patients ayant des contre-indications à la chirurgie cardiaque ou considérés comme à trop haut risque pour la chirurgie cardiaque. Un haut risque chirurgical est habituellement défini par une mortalité postopératoire calculée > 12 % (41) en utilisant les scores de risque de la Society of Thoracic Surgeons (STS) ou le European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) logistique ou la présence de facteurs de risque qui ne sont pas pris en compte par ces deux scores (par exemple la présence d'un antécédent de radiothérapie thoracique ; ces facteurs de risque « non traditionnels » sont définis lors de discussions multidisciplinaires auxquelles les équipes d'anesthésie-réanimation participent.

Plusieurs techniques de réparation percutanée des IM ont été développées ou sont en cours de développement. Notre équipe a l'expérience de la technique dite l'Alfieri, dite aussi edge-to-edge ou MitraClip System® (Abbott Vascular, Menlo Park, Californie, Etats-Unis) (43). Cette technique, initiée en 2004 et ayant reçu le marquage CE en 2008 (41), consiste à rapprocher par l'intermédiaire d'un clip (parfois deux (44)), posé par voie percutanée, les bords de la valve mitrale antérieure et postérieure et de créer ainsi une nouvelle valve mitrale à deux orifices ; ceci permet de minimiser la fuite mitrale. L'indication principale de cette technique est la présence d'une IM 3+/4+, chez des patients très symptomatiques (classe NYHA 3 ou 4) et ayant des contre-indications (ou un risque trop élevé) à une réparation chirurgicale. Malgré l'absence (pour l'instant) d'études randomisées, prospectives comparant la technique MitraClip® à la chirurgie conventionnelle, plusieurs revues systématiques (41) et analyses de registres (45;46) ont démontré que la procédure MitraClip® : (i) pouvait être réalisée chez 96 % des patients sélectionnés ; (ii) était associée à une diminution importante de la fuite mitrale (au moins 60 % des patients avaient une fuite estimée à < 2/4 après 6-12 mois après la procédure et ceci sans sténose mitrale dans la plupart des publications) ; (iii) à une diminution significative et persistante des diamètres et volumes ventriculaires gauches ; (iv) à une amélioration significative de la symptomatologie (90 % des patients étaient en classe IV de la NYHA avant la procédure et seulement 26 % le restaient après, le reste étant en classe NYHA ≤ 2). Néanmoins, environ 20 % des patients ayant bénéficié d'une procédure MitraClip® nécessitaient une intervention chirurgicale pendant la première année (41) (mais ce risque semble disparaître à 4 ans (47)). La mortalité à 30 jours (moyenne pondérée pour les centres de référence ayant publié leurs résultats) était de 3,3 %, comparable à celle publiée par la STS pour la chirurgie mitrale (41). Les complications périprocédurales (besoin de chirurgie en urgence, rupture de cordage, complications de l'abord trans-septal, déplacement partiel du clip) étaient inférieures à 10 % (41). La durée moyenne de la procédure était de 180 minutes dans une revue récente (41).

Pour les équipes d'anesthésie, les patients devant bénéficier d'un MitraClip® posent de nombreux problèmes. La contre-indication à la chirurgie témoigne : (i) d'une altération importante de la fonction cardiaque (IM sévère avec les conséquences habituelles, dont la diminution importante de la FEVG et l'HTAP) ; (ii) de la présence

d'autres cardiopathies, d'antécédents de chirurgie cardiaque); (iii) de comorbidités (principalement respiratoires et rénales) qui augmenteraient le risque de la chirurgie cardiaque conventionnelle); (iv) de problèmes autres (antécédents de radiothérapie rendant la sternotomie et la dissection du médiastin difficiles, etc.). La nécessité d'utiliser une sonde d'échographie transoesophagienne et la durée de la procédure rendent pour l'instant l'anesthésie générale souhaitable sinon obligatoire. L'effet indésirable le plus fréquent de l'anesthésie générale chez ces patients est l'hypotension artérielle à cause de l'altération importante de la fonction cardiaque. Malgré le fait qu'une hypotension artérielle est mieux supportée d'un point de vue hémodynamique en cas d'IM (diminution de la fuite et amélioration de l'éjection antérograde) par rapport à un RA, la présence d'une HTAP avec dysfonction ventriculaire droite ou d'un athérome des artères cérébrales ne permet pas de tolérer des hypotensions artérielles prolongées. Le monitoring invasif de la pression artérielle (le plus souvent partagé avec l'équipe de cardiologie) et l'accès à une grosse veine (fémorale le plus souvent, partagé avec l'équipe de cardiologie) permettant la perfusion de catécholamines sont indispensables. La présence permanente lors de l'intervention de l'échocardiographe permet de comprendre les mécanismes de l'hypotension artérielle et de la corriger en fonction du mécanisme (médicaments inotropes positifs en cas de dysfonction ventriculaire gauche, NO inhalé en cas de dysfonction ventriculaire droite surajoutée, etc.). Les médicaments anesthésiques utilisés dans notre centre sont le rémifentanyl qui permet de s'adapter très rapidement au niveau de stimulation nociceptive et le propofol (ou le desflurane) comme hypnotique. Les deux médicaments sont souvent utilisés en objectif de concentration car même si les modèles pharmacodynamiques-pharmacocinétiques n'ont pas été étudiés chez les patients ayant une insuffisance cardiaque sévère, leur titration sur des critères cliniques et électroencéphalographiques facilite la gestion de l'anesthésie; l'IOT est la règle. Il existe néanmoins quelques cas cliniques qui ont rapporté l'utilisation de la sédation (profonde) et de l'anesthésie locale pour les sites d'abord vasculaire, sans IOT et ce malgré la présence de la sonde d'échographie transoesophagienne pendant 64 minutes (médiane, mais pouvant aller de 59 à 193 minutes dans une série de 5 patients) (48). Une telle stratégie anesthésique ne semble pas raisonnable aux auteurs de ce texte.

L'anticipation des complications cardiaques (voir plus haut) ou vasculaires (abords) facilite leur prise en charge. Une transfusion sanguine de concentrés globulaires rouges > 2 unités a été rapportée chez 6 % des patients. Les complications type fibrillation atriale, œdème aigu du poumon, accidents vasculaires cérébraux, pneumopathies peuvent survenir après l'intervention, tout comme la dysfonction cognitive. Enfin, la radioprotection de l'équipe d'anesthésie, compte tenu des durées de radioscopie (environ 28 minutes de moyenne dans une revue systématique récente (41)) est impérative. Le site de surveillance post-interventionnelle peut dépendre du résultat de la procédure. Environ 25 % des patients qui ont bénéficié d'un MitraClip® ne sont pas améliorés ni initialement ni à distance. Ceci est une incitation à surveiller ces patients dans un milieu spécialisé (réanimation ou unité de surveillance continue cardiologique).

En conclusion, la CI, en plein développement modifie les stratégies thérapeutiques des cardiopathies et il est très probable que le champ d'application de la CI va s'élargir. Les défis pour les équipes d'anesthésie-réanimation sont nombreux. Les techniques d'anesthésie ont évolué vers moins d'invasivité par rapport à l'anesthésie pour la chirurgie cardiaque, mais la fréquence des complications graves est un argument en faveur de l'insertion de l'activité d'anesthésie-réanimation pour CI dans celle d'anesthésie-réanimation pour la chirurgie cardiaque.

## RÉFÉRENCES

- (1) Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB et al. Heart disease and stroke statistics--2013 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2013; 127:e6-e245.
- (2) Caldwell JC, Fong C, Muhyaldeen SA. Should sevoflurane be used in the electrophysiology assessment of accessory pathways? *Europace* 2010; 12:1332-1335.
- (3) Nakao S, Hatano K, Sumi C, Masuzawa M, Sakamoto S, Ikeda S et al. Sevoflurane causes greater QTc interval prolongation in elderly patients than in younger patients. *Anesth Analg* 2010; 110:775-779.
- (4) Aypar E, Karagoz AH, Ozer S, Celiker A, Ocal T. The effects of sevoflurane and desflurane anesthesia on QTc interval and cardiac rhythm in children. *Paediatr Anaesth* 2007; 17:563-567.
- (5) Niksch A, Liberman L, Clapcich A, Schwarzenberger JC, Silver ES, Pass RH. Effects of remifentanyl anesthesia on cardiac electrophysiologic properties in children undergoing catheter ablation of supraventricular tachycardia. *Pediatr Cardiol* 2010; 31:1079-1082.
- (6) Vandenberg JI, Perry MD, Perrin MJ, Mann SA, Ke Y, Hill AP. hERG K(+) channels: structure, function, and clinical significance. *Physiol Rev* 2012; 92:1393-1478.
- (7) Testai L, Bianucci AM, Massarelli I, Breschi MC, Martinotti E, Calderone V. Torsadogenic cardiotoxicity of antipsychotic drugs: a structural feature, potentially involved in the interaction with cardiac HERG potassium channels. *Curr Med Chem* 2004; 11:2691-2706.
- (8) Tagliatela M, Castaldo P, Pannaccione A, Giorgio G, Genovese A, Marone G et al. Cardiac ion channels and antihistamines: possible mechanisms of cardiotoxicity. *Clin Exp Allergy* 1999; 29 Suppl 3:182-9.:182-189.

- (9) Kazanci D, Unver S, Karadeniz U, Iyican D, Koruk S, Yilmaz MB et al. A comparison of the effects of desflurane, sevoflurane and propofol on QT, QTc, and P dispersion on ECG. *Ann Card Anaesth* 2009; 12:107-112.
- (10) Owczuk R, Wujtewicz MA, Sawicka W, Lasek J, Wujtewicz M. The Influence of desflurane on QTc interval. *Anesth Analg* 2005; 101:419-22.
- (11) Silay E, Kati I, Tekin M, Guler N, Huseyinoglu UA, Coskuner I et al. Comparison of the effects of desflurane and sevoflurane on the QTc interval and QT dispersion. *Acta Cardiol* 2005; 60(5):459-464.
- (12) Loeckinger A, Kleinsasser A, Maier S, Furtner B, Keller C, Kuehbacher G et al. Sustained prolongation of the QTc interval after anesthesia with sevoflurane in infants during the first 6 months of life. *Anesthesiology* 2003; 98:639-642.
- (13) Kang J, Reynolds WP, Chen XL, Ji J, Wang H, Rampe DE. Mechanisms underlying the QT interval-prolonging effects of sevoflurane and its interactions with other QT-prolonging drugs. *Anesthesiology* 2006; 104:1015-1022.
- (14) Katchman AN, McGroary KA, Kilborn MJ, Kornick CA, Manfredi PL, Woosley RL et al. Influence of opioid agonists on cardiac human ether-a-go-go-related gene K(+) currents. *J Pharmacol Exp Ther* 2002; 303:688-694.
- (15) Moerman A, Herregods L, Tavernier R, Jordaens L, Struys M, Rolly G. Influence of anaesthesia on defibrillation threshold. *Anaesthesia* 1998; 53:1156-1159.
- (16) Haas S, Richter HP, Kubitz JC. Anesthesia during cardiologic procedures. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009; 22:519-523.
- (17) Olafiranye O, Jean-Louis G, Zizi F, Nunes J, Vincent M. Anxiety and cardiovascular risk: Review of Epidemiological and Clinical Evidence. *Mind Brain* 2011; 2:32-37.
- (18) Moerman A, Herregods L, Foubert L, Poelaert J, Jordaens L, D'Hont L et al. Awareness during anaesthesia for implantable cardioverter defibrillator implantation. Recall of defibrillation shocks. *Anaesthesia* 1995; 50:733-735.
- (19) Bijker JB, Persoon S, Peelen LM, Moons KG, Kalkman CJ, Kappelle LJ et al. Intraoperative hypotension and perioperative ischemic stroke after general surgery: a nested case-control study. *Anesthesiology* 2012; 116:658-664.
- (20) Rodes-Cabau J. Transcatheter aortic valve implantation: current and future approaches. *Nat Rev Cardiol* 2011; 9:15-29.
- (21) Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010; 363:1597-1607.

- (22) Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med* 2011; 364:2187-2198.
- (23) Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002; 106:3006-3008.
- (24) Saia F, Marrozzini C, Dall'ara G, Russo V, Martin-Suarez S, Savini C et al. How many patients with severe symptomatic aortic stenosis excluded for cardiac surgery are eligible for transcatheter heart valve implantation? *J Cardiovasc Med (Hagerstown )* 2010; 11:727-732.
- (25) Guinot PG, Depoix JP, Tini L, Vahanian A, Desmonts JM, Montravers P et al. [Transcutaneous aortic valve implantation: Anesthetic and perioperative management.]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2011.
- (26) Piazza N, Grube E, Gerckens U, den Heijer P, Linke A, Luha O et al. Procedural and 30-day outcomes following transcatheter aortic valve implantation using the third generation (18 Fr) corevalve revalving system: results from the multicentre, expanded evaluation registry 1-year following CE mark approval. *EuroIntervention* 2008; 4:242-249.
- (27) Attias D, Himbert D, Ducrocq G, Detaint D, Al Attar N, Iung B et al. Immediate and mid-term results of transfemoral aortic valve implantation using either the Edwards Sapien transcatheter heart valve or the Medtronic CoreValve System in high-risk patients with aortic stenosis. *Arch Cardiovasc Dis* 2010; 103:236-245.
- (28) Beckerman Z, Cohen O, Agmon Y, Bolotin G. Valve-in-Valve in the Tricuspid Position for a Stenosed Bioprosthesis. *Heart Surg Forum* 2013; 16:E96-E98.
- (29) Cheung A, Webb JG, Barbanti M, Freeman M, Binder RK, Thompson C et al. 5-year experience with transcatheter transapical mitral valve-in-valve implantation for bioprosthetic valve dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 2013; 61:1759-1766.
- (30) Holmes DR, Jr., Mack MJ, Kaul S, Agnihotri A, Alexander KP, Bailey SR et al. 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2012; 59:1200-1254.
- (31) Vahanian A, Alfieri OR, Al Attar N, Antunes MJ, Bax J, Cormier B et al. Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis: a position statement from the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the

European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI).  
Eur J Cardiothorac Surg 2008; 34:1-8.

- (32) Dehedin B, Guinot PG, Ibrahim H, Allou N, Provenchere S, Dilly MP et al. Anesthesia and perioperative management of patients who undergo transfemoral transcatheter aortic valve implantation: an observational study of general versus local/regional anesthesia in 125 consecutive patients. J Cardiothorac Vasc Anesth 2011; 25:1036-1043.
- (33) Guinot PG, Depoix JP, Etchegoyen L, Benbara A, Provenchere S, Dilly MP et al. Anesthesia and perioperative management of patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: analysis of 90 consecutive patients with focus on perioperative complications. J Cardiothorac Vasc Anesth 2010; 24:752-761.
- (34) Behan M, Haworth P, Hutchinson N, Trivedi U, Laborde JC, Hildick-Smith D. Percutaneous aortic valve implants under sedation: our initial experience. Catheter Cardiovasc Interv 2008; 72:1012-1015.
- (35) Billings FT, Kodali SK, Shanewise JS. Transcatheter aortic valve implantation: anesthetic considerations. Anesth Analg 2009; 108:1453-1462.
- (36) Guarracino F, Covello RD, Landoni G, Baldassarri R, Stefani M, Cariello C et al. Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation With Transaxillary Approach. J Cardiothorac Vasc Anesth 2010.
- (37) Mukherjee C, Walther T, Borger MA, Kempfert J, Schuler G, Mohr FW et al. Awake transapical aortic valve implantation using thoracic epidural anesthesia. Ann Thorac Surg 2009; 88:992-994.
- (38) Kappetein AP, Head SJ, Genereux P, Piazza N, van Mieghem NM, Blackstone EH et al. Updated standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation: the Valve Academic Research Consortium-2 consensus document. J Am Coll Cardiol 2012; 60:1438-1454.
- (39) Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Baron-Esquivias G, Baumgartner H et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). Eur Heart J 2012; 33:2451-2496.
- (40) Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Baron-Esquivias G, Baumgartner H et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). Eur Heart J 2012; 33:2451-2496.
- (41) Munkholm-Larsen S, Wan B, Tian DH, Kearney K, Rahnavardi M, Dixen U et al. A systematic review on the safety and efficacy of percutaneous edge-to-edge

mitral valve repair with the MitraClip system for high surgical risk candidates. Heart 2013.

- (42) Degen H, Schneider T, Wilke J, Haude M. [Coronary sinus devices for treatment of functional mitral valve regurgitation : Solution or dead end?]. Herz 2013.
- (43) Alegria-Barrero E, Chan PH, Paulo M, Duncan A, Price S, Moat N et al. Edge-to-edge percutaneous repair of severe mitral regurgitation--state-of-the-art for Mitraclip(R) implantation. Circ J 2012; 76:801-808.
- (44) Alegria-Barrero E, Chan PH, Foin N, Syrseloudis D, Tavazzi G, Price S et al. Concept of the central clip: when to use one or two MitraClips(R). EuroIntervention 2013; 20120403-03.:03.
- (45) Schillinger W, Senges J. [Transcatheter mitral valve interventions (TRAMI) registry : The German mitral valve registry.]. Herz 2013.
- (46) Schillinger W, Hunlich M, Baldus S, Ouarrak T, Boekstegers P, Hink U et al. Acute outcomes after MitraClip therapy in highly aged patients: results from the German TRANscatheter Mitral valve Interventions (TRAMI) Registry. EuroIntervention 2013; 20;9:84-90.
- (47) Mauri L, Foster E, Glower DD, Apruzzese P, Massaro JM, Herrmann HC et al. Four-year Results of a Randomized Controlled Trial of Percutaneous Repair Versus Surgery for Mitral Regurgitation. J Am Coll Cardiol 2013;(13):10.
- (48) Teufel T, Steinberg DH, Wunderlich N, Doss M, Fichtlscherer S, Ledwoch J et al. Percutaneous mitral valve repair with the MitraClip(R) system under deep sedation and local anaesthesia. EuroIntervention 2012; 8:587-590.