

La chirurgie mini invasive de la valve aortique : Nouvelle approche chirurgicale

Minimally invasive surgery of the aortic valve : a new surgical approach

Hèla Ben Jmaà¹, Emna Hamza¹, Walid Trigui², Mohamed Seddik¹, Fatma Mhiri¹, Aïman Dammak¹, Imed Frikha¹.

1. Service de Chirurgie Cardio-Vasculaire et Thoracique, CHU Habib Bourguiba Sfax Tunisie.

2. Polyclinique Elbassatine Sfax Tunisie

RÉSUMÉ

Introduction : La chirurgie de la valve aortique est l'une des interventions les plus pratiquées dans le monde, du fait de l'augmentation de la fréquence des sténoses aortiques dégénératives.

Pendant cette dernière décennie, des accès mini-invasifs sont de plus en plus réalisés dans le remplacement valvulaire aortique pour réduire la morbi-mortalité liée à cette chirurgie.

Objectif : L'objectif de cette étude était d'évaluer nos résultats de la chirurgie mini-invasive de la valve aortique, et de les comparer avec ceux de la littérature.

Méthodes : Nous avons mené une étude rétrospective incluant 97 patients ayant bénéficié d'une chirurgie valvulaire aortique par mini-sternotomie ou mini-thoracotomie droite dans le département de chirurgie cardio-vasculaire et thoracique de l'hôpital Habib Bourguiba de Sfax, durant la période entre Mai 2014 et Juin 2022.

Résultats : L'âge moyen de nos patients était de 57,96 ans (entre 16 et 84 ans). L'étiologie de l'atteinte valvulaire était rhumatismale dans 50 % des cas. La voie d'abord était une mini-sternotomie dans 96% des cas, et une mini-thoracotomie droite dans 4% des cas.

Les gestes chirurgicaux réalisés étaient un remplacement valvulaire aortique dans 98 % des cas, et une résection d'un diaphragme sous-aortique dans 2% des cas. La durée moyenne de la circulation extra-corporelle était 49,53 minutes (entre 30 et 136 minutes), et la durée moyenne du clampage aortique était 35,03 minutes (entre 20 et 85 minutes). La durée moyenne de la ventilation mécanique post-opératoire était 4,8 heures (entre 1 et 48 heures). La durée moyenne de l'hospitalisation était 8,54 jours (entre 3 et 30 jours).

Le taux de mortalité était 4,1 % (4 patients) : une plaie de l'anneau aortique, et 3 détresses respiratoires post-opératoires secondaires à une pneumopathie infectieuse.

Conclusion : La chirurgie mini-invasive de la valve aortique est une alternative à la chirurgie conventionnelle, avec moindre de saignement post-opératoire, moins de complications pariétales, et une courte durée d'hospitalisation.

MOTS-CLÉS

Valve aortique, mini-sternotomie, mini-thoracotomie, chirurgie, résultats.

SUMMARY

Introduction : The aortic valve surgery is one of the most performed cardiac interventions in the world, because of the increasing number of degenerative aortic stenosis. This last decade, mini-invasive accesses are used in aortic valve replacement in order to reduce the morbi-mortality of this surgery.

Objective : The aim of this study was to evaluate our results in mini-invasive aortic valve surgery, and to compare them with literature data.

Methods : We performed a retrospective study including 97 patients who underwent aortic valve surgery using a mini-sternotomy or a right mini-thoracotomy in the department of cardiovascular and thoracic surgery of the Habib Bourguiba hospital of Sfax, during the period between Mai 2014 and Juin 2022.

Results : The mean age of our patients was 57,96 years (between 16 and 84 years). The rheumatic etiology was observed in 50% of the cases. The surgical access was mini-sternotomy in 96% of the cases, and right mini-thoracotomy in 4% of the cases. The surgical procedures performed were aortic valve replacement in 98% of cases, and subaortic diaphragm resection in 2% of cases. The mean duration of cardiopulmonary bypass was 49.53 minutes (between 30 and 136 minutes), and the mean duration of aortic clamping was 35.03 minutes (between 20 and 85 minutes). In the postoperative period, the mean duration of mechanical ventilation was 4.8 hours (between 1 and 48 hours). The mean duration of hospital stay was 8.54 days (between 3 and 30 days). The mortality rate was 4.1 % (4 patients) : one patient had an aortic annulus tear, and 3 patients had postoperative respiratory distress because of an infective pneumopathy.

Conclusion : Minimally-invasive aortic valve surgery is an interesting alternative to conventional surgery with less postoperative bleeding, less parietal complications, and less hospital stay

KEYWORDS

Aortic valve, mini-sternotomy, mini-thoracotomy, surgery, results.

Correspondance

Hèla Ben Jmaà

Service de Chirurgie Cardio-Vasculaire et Thoracique, CHU Habib Bourguiba Sfax Tunisie / Polyclinique Elbassatine Sfax Tunisie.

INTRODUCTION

Le début de la chirurgie aortique a commencé avec les tentatives de dilatations aortiques pour les valves sténotiques pour arriver par la suite au remplacement valvulaire aortique en 1960 après que la première machine cœur poumons a vu le jour [1].

La sternotomie médiane longitudinale constitue la voie d'abord de référence jusqu'à ce jour.

La chirurgie cardiaque mini-invasive regroupe les techniques offrant une alternative à la voie d'abord classique par sternotomie médiane [2, 3].

Ces voies d'abord sont principalement la mini-sternotomie et la mini-thoracotomie antérieure droite. Elles permettent une diminution de l'agression chirurgicale impliquant une moindre morbi-mortalité, des durées d'hospitalisation plus courtes, une réduction des douleurs et du préjudice esthétique.

Dans notre travail, nous avons étudié rétrospectivement l'expérience de la chirurgie valvulaire aortique mini-invasive dans le service de chirurgie cardio-vasculaire et thoracique du CHU Habib Bourguiba de Sfax, et nous avons évalué nos résultats en les comparant à ceux de la littérature.

MATERIEL ET METHODES

C'est une étude rétrospective portant sur les patients ayant bénéficié d'une chirurgie valvulaire aortique par voie mini invasive, par l'équipe de chirurgie cardio-vasculaire du CHU Habib Bourguiba de Sfax entre Mai 2014 et Juin 2022.

Nous avons inclus tous les patients opérés pour une pathologie valvulaire aortique isolée, par mini-sternotomie ou par mini-thoracotomie.

Nous avons exclu les patients nécessitant un geste chirurgical combiné tel qu'une chirurgie valvulaire autre qu'aortique, un pontage coronaire ou un geste sur l'aorte ascendante, et les patients reux.

Nous avons relevé pour chaque patient l'âge, le sexe, le poids, et la taille. Nous avons recherché les symptômes notamment la dyspnée, les signes d'insuffisance cardiaque et l'EUROSCORE II, ainsi que les pathologies concomitantes.

L'ETT pré-opératoire a permis de d'évaluer l'atteinte de la valve aortique, avec quantification de la surface aortique, le gradient moyen, la présence et l'importance de la fuite aortique, le retentissement sur les cavités cardiaques, et la contractilité ventriculaire gauche.

Un angioscanner thoracique a été réalisé pour certains

malades afin d'analyser l'anatomie de la valve aortique, de l'aorte ascendante, et des diamètres thoraciques, afin d'étudier la faisabilité d'un abord mini-invasif.

Les patients présentant des facteurs de risque cardio-vasculaires, et ceux de plus de 50 ans ont bénéficié d'une coronarographie pré-opératoire.

Concernant les données opératoires, nous avons noté les voies d'abord chirurgicales, le mode de circulation extracorporelle, de protection myocardique et les gestes effectués au cours de l'intervention.

L'anesthésie générale a été réalisée selon les mêmes principes qu'une intervention conventionnelle sous circulation extracorporelle (CEC).

L'intubation oro-trachéale a été faite avec une sonde à double lumière de Carlens si un abord par thoracotomie est envisagé.

Pour les patients qui ont eu une mini-sternotomie, une incision cutanée de 6 à 8 cm a été pratiquée en regard de la partie supérieure du sternum.

Une sternotomie en L inversée ou en T a été faite par la suite à partir du manubrium sternal vers le quatrième espace intercostal. Une péricardotomie partielle a été réalisée en regard de l'aorte ascendante sans extension vers le ventricule droit.

La mini-thoracotomie antérieure droite a été réalisée à travers une incision cutanée de 5 cm au niveau du deuxième ou du troisième espace intercostal (Figure 1).



Figure 1. Incision cutanée au niveau du 3ème espace intercostal droit chez 2 patients opérés par mini-thoracotomie antérieure droite.

L'opération s'est déroulée sous circulation extracorporelle, aorte clampée, ventilation arrêtée, avec différents types de canulation : canulation périphérique fémoro-fémorale à ciel ouvert, canulation aortique et veineuse fémorale percutanée, ou canulation artérielle fémorale avec canulation atrio-cave, ou canulation centrale aortique et atrio-cave (figure 2).

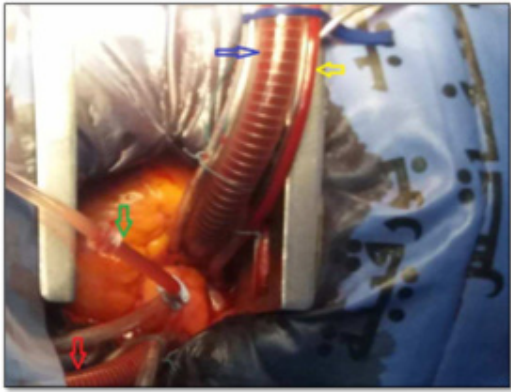


Figure 2. Canulation centrale aortique et atrio-cave chez un patient opéré par mini-sternotomie.

Quatre sites ont été utilisés pour la décharge gauche : soit trans-septale, soit à travers l'artère pulmonaire, soit à travers la veine pulmonaire supérieure droite, et une décharge trans-aortique.

Tous nos patients ont été opérés en normo-thermie. La protection myocardique s'est effectuée par une solution sanguine chaude riche en potassium par voie antérograde. L'abord consistait en une aortotomie transversale réalisée au-dessus de l'ostium de la coronaire droite. Pour les sujets âgés de plus de 65 ans ou avec une contre-indication absolue à l'anticoagulation, nous avons préféré les bioprothèses (figure 3). Pour les sujets plus jeunes, nous avons opté pour les prothèses mécaniques.

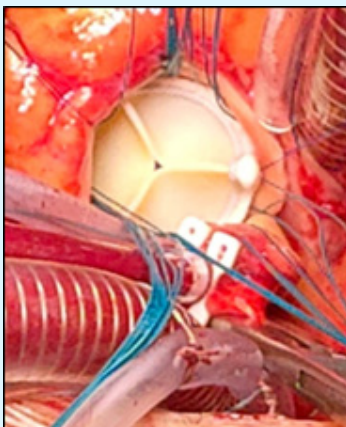


Figure 3. Remplacement valvulaire aortique par une bioprothèse.

Nous avons relevé les données post-opératoires suivantes: la durée de l'intubation, de réanimation, d'hospitalisation,

la durée de recours aux catécholamines, et la transfusion. Nous avons noté aussi les complications survenues pendant l'hospitalisation, ainsi que les données échographiques post-opératoires.

Nous avons mené une étude descriptive, et une étude analytique uni-variée et multi-variée.

Ont été considérées comme significatives les liaisons avec un $p < 0,05$ et un intervalle de confiance $> 95\%$.

RESULTATS

Quatre-vingt-dix-sept malades ont été inclus dans notre étude. La moyenne d'âge des patients était de 57,96 ans (16 à 84 ans), avec une médiane de 57 ans. La moyenne d'âge des hommes (60,14 ans) a été légèrement plus élevée que celle des femmes (55,19 ans).

Une prédominance masculine a été notée avec 68 hommes et 29 femmes, soit un sex-ratio de 2,34.

Le rétrécissement aortique était le motif d'intervention le plus fréquent dans notre série avec 75 cas. Six patients avaient une insuffisance aortique, 14 patients une maladie aortique, et 2 patients avaient un rétrécissement aortique sous-valvulaire.

L'origine rhumatismale était chez 50% de notre population. L'origine était dégénérative chez 48% des cas, et congénitale chez 2% des cas.

La FEVG moyenne pré-opératoire a été de 56% (extrêmes entre 35 et 80%). La PAPS pré-opératoire a été en moyenne de 30.61 ± 1.1 mm Hg (extrêmes entre 20 et 50 mm Hg). Les DTS et les DTD moyennes du VG ont été respectivement 37.51 ± 1.086 mm (16 et 63 mm) et $50,43 \pm 0.96$ mm (39 et 76 mm).

Le risque opératoire a été évalué par l'Euroscore II. Il a été en moyenne de 1% (0.5 à 1.96).

La voie d'abord utilisée était une mini-thoracotomie antérieure droite dans 4 % des cas, et une mini-sternotomie dans 96 % des cas.

La mini-sternotomie réalisée était en L dans 50 cas, et en T inversée dans 43 cas.

Les gestes chirurgicaux réalisés étaient un remplacement valvulaire aortique dans 98 % des cas, et une résection d'un diaphragme sous-aortique dans 2% des cas.

La durée moyenne de CEC a été de 49.53 minutes. La durée moyenne du clampage aortique a été de 35 minutes (Tableau I).

Tableau 1. Tableau illustrant les durées minimum, maximum et moyenne de clampage et de CEC en minutes.

	N	Minimum	Maximum	Moyenne
Durée clampage (min)	97	20	85	35,03
Durée CEC (min)	97	30	136	49,53

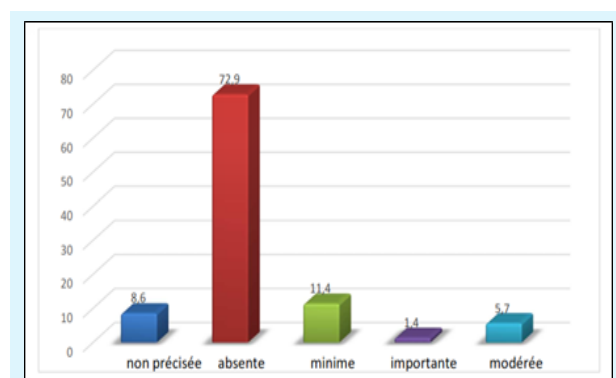
La durée moyenne de séjour en soins intensifs de nos patients a été de 3,99 jours (1 à 17 jours). La durée de la ventilation mécanique a été de 4,8 heures en moyenne (1 à 48 heures).

Dans notre série, 12 malades ont nécessité l'administration prolongée de catécholamines pour maintenir un état hémodynamique stable, soit un taux de 12,3 %.

Trente-cinq malades ont reçu une transfusion en postopératoire (36 %). Un seul malade a été repris de façon urgente pour un saignement abondant survenant durant les premières heures post-opératoires. Trois malades ont été réintubés suite à une détresse respiratoire secondaire à une pneumopathie infectieuse (3 %).

La durée totale d'hospitalisation était de 8,54 jours (de 3 à 30 jours).

Les données de l'ETT post-opératoire sont résumées dans la figure 4.

**Figure 4.** Répartition des patients selon l'importance de la fuite para-prothétique (%).

Nous avons eu 4 décès avec un taux de mortalité de 4,1 %. Un malade est décédé en peropératoire suite à une plaie irréparable de l'anneau aortique, et trois malades en période post-opératoire suite à une pneumopathie hypoxémiant avec SDRA.

Les suites tardives de nos patients sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2. Evolution tardive des patients.

	Fréquence	Pourcentage
Bonne évolution	90	96,7
EI avec désinsertion de prothèse	1	1,1
Désinsertion de prothèse sans EI	1	1,1
Evacuation d'hématome pariétal	1	1,1

DISCUSSION

La chirurgie valvulaire aortique représente la chirurgie cardiaque la plus pratiquée dans le monde après la chirurgie des coronaires. Sa fréquence ne cesse d'augmenter du fait de la fréquence croissante des sténoses aortiques, qui est liée au vieillissement de la population [2, 4, 5].

Le traitement chirurgical reste le Gold standard dans le rétrécissement aortique serré [6].

Actuellement, le développement des approches anesthésiques et la meilleure maîtrise de la chirurgie valvulaire aortique ont fait que plusieurs équipes chirurgicales proposent des voies chirurgicales limitées permettant d'effectuer le geste aortique dans des conditions optimales tout en réduisant les éventuelles complications inhérentes à la voie d'abord habituelle comme les médiastinites, la déhiscence sternale et le coût hospitalier.

La chirurgie valvulaire aortique mini-invasive englobe deux voies d'abord principales : la mini-sternotomie dans toutes ses variétés et la mini-thoracotomie antérieure droite dans le troisième espace intercostal.

La moyenne d'âge dans la majorité des études qui se sont intéressées au remplacement valvulaire aortique par voies mini-invasives, est de l'ordre de 70 à 80 ans environ [7, 8]. Ceci s'explique par le fait que cette technique soit utilisée préférentiellement chez les sujets âgés porteurs de rétrécissement aortique calcifié [9].

La moyenne d'âge des patients opérés pour rétrécissement aortique d'origine dégénérative dans notre série était de 71,5 ans.

La revue de la littérature trouve soit une légère prédominance féminine soit un sexe ratio à 1 [10]. Dans notre série, il y avait une nette prédominance masculine avec 70% d'hommes. Le sexe ratio H/F était à 2,33.

Différents scores ont été utilisés, et le choix du niveau de risque dépend essentiellement du début

de l'expérience de l'équipe. Nous avons utilisé l'EuroSCORE II pour évaluer le risque opératoire chez nos malades avec une valeur moyenne de 1%.

Dans notre série, la FEVG moyenne a été de 56% avec des extrêmes allant de 35 à 80%. Ces résultats concordent avec ceux d'autres séries s'intéressant à la chirurgie mini-invasive de la valve aortique [10, 11].

La plupart des auteurs se sont intéressés à l'évaluation des résultats de la mini-sternotomie par rapport à ceux de la sternotomie classique. L'objectif principal de ces études étant de montrer la non infériorité de la mini-sternotomie par rapport à la voie classique en termes de mortalité et de complications postopératoires surtout celles hémorragiques. L'avantage de cette voie mini-invasive a été bien élucidé chez les patients âgés de plus que 80 ans ou présentant un haut risque opératoire [12].

Chez les sujets jeunes ou présentant un risque faible ou intermédiaire, les deux techniques sont comparables.

Cependant, la chirurgie aortique mini-invasive est associée à des temps de clampage aortique et de CEC relativement plus longs comparativement à la voie classique, mais sans impact sur les résultats post-opératoires. Ceci est lié à l'expérience des chirurgiens et à l'évolution de la courbe d'apprentissage [13]. La durée de CEC a été de 49,53 minutes en moyenne dans notre série et le temps moyen de clampage aortique de 35 minutes. Ces valeurs sont plus courtes que celles retrouvées dans la littérature.

Concernant les indications de la chirurgie valvulaire aortique mini-invasive, il n'y a pas de recommandations claires et précises. Néanmoins, un consensus d'experts a été publié en 2016 par la société internationale de la chirurgie cardiaque mini-invasive stipulant que les voies d'abord mini-invasives sont préférables par rapport à la sternotomie et doivent être préconisées chez des malades sélectionnés [14]. Actuellement, elle a prouvé sa supériorité pour les patients à risque opératoire élevé en particulier les octogénaires. Une cohorte conduite par Merk a conclu à une meilleure survie à court et à moyen terme chez les octogénaires. Aucune différence significative n'a été démontrée chez les patients à faible risque [10].

D'autres part, ces voies mini-invasives trouvent leurs limites en présence de contraintes anatomiques ou de pathologies préexistantes. D'où l'intérêt du scanner thoracique pré-opératoire pour étudier l'anatomie du culot aortique, sa projection sur la paroi thoracique

antérieure et ses rapports avec les structures avoisinantes permettant de choisir la voie d'abord appropriée.

Plusieurs auteurs ont utilisé d'une façon systématique une TDM thoracique avec ou sans injection de PDC pour tous leurs malades candidats à une voie mini-invasive [15, 16].

Le taux de conversion n'est pas élevé mais donne une mortalité surajoutée non négligeable.

On reproche à la mini-thoracotomie un taux de conversion à une sternotomie totale non négligeable. Le taux de conversion plus élevé peut s'expliquer par le fait que la thoracotomie droite constitue une voie d'abord restreinte et tout incident peropératoire n'est pas aussi évident à maîtriser via cette voie. Nous avons eu un seul cas de plaie de l'anneau aortique avec conversion à une sternotomie occasionnant le décès du patient.

Pour les résultats de la chirurgie mini-invasive, la durée de ventilation, ainsi que celle de la récupération sur le plan respiratoire post-opératoire, et la durée d'hospitalisation sont plus courts [17].

Ghanta et al, dans leur étude comparant la voie mini-invasive à la sternotomie conventionnelle, ont constaté que la durée moyenne de ventilation mécanique a diminué de 17% dans le groupe mini-invasif comparativement à la sternotomie [18].

Johnston et al rapportent un taux d'extubation au bloc opératoire de 12% dans le lot mini-invasif contre 1,2% dans la voie conventionnelle [19]. Néanmoins, le problème des pneumopathies infectieuses persiste dans notre contexte Tunisien qui reste la première complication infectieuse dans notre série (21,7%), et la première cause de réintubation (2,8%), ce qui pourrait expliquer la durée prolongée de ventilation mécanique dans notre série.

Le saignement, quantifié par la nécessité de recours à la transfusion, est moindre avec les techniques mini-invasives [20]. Dans notre étude, 34 malades ont reçu une transfusion en post-opératoire (48,6%). Un seul de nos malades a été repris en urgence pour hémostasie soit un taux de 1,4%. Une méta-analyse portant sur 20 études regroupant 4540 patients opérés par voie mini-invasive conduite par Murtuza et al ont retrouvé un OR de 0.96 (0.70 to 1.32) pour la réexportation pour saignement [21].

La médiastinite est une complication grave qui nécessite une prise en charge urgente [22]. Elle est rarement rapportée après chirurgie aortique mini-invasive [22].

On n'a eu aucun cas de médiastinite dans notre série.

La durée moyenne de séjour en milieu de réanimation a été de 3,99 jours (1 à 17 jours), et la durée totale d'hospitalisation a été de 8,54 jours (de 3 à 30 jours).

Une méta-analyse conduite par Lim portant sur 18 études comparant la chirurgie mini-invasive à la chirurgie conventionnelle a montré que le séjour en réanimation était comparable dans les 2 groupes, mais la durée de séjour intra-hospitalier était significativement plus courte dans le groupe mini-invasif [23].

Le taux de mortalité dans notre série était de 4%. Ce taux est comparable aux résultats des remplacements valvulaires aortiques isolés par voie classique. Biancari et al ont trouvé un taux de mortalité de 3,3% dans une revue de la littérature portant sur 158,749 patients étudiés dans 103 études différentes [24].

Pour les complications tardives, Semsroth et al ont rapporté un taux de déhiscence sternale dans le groupe mini-invasif de 0,8% contre 2,5% pour ceux opérés par voie conventionnelle [7]. Gasparovic et al ont montré des résultats au long cours de la voie mini-invasive comparables à ceux de la voie conventionnelle en ce qui concerne la durabilité des prothèses, la faible incidence des accidents vasculaires cérébraux, et des fuites para-valvulaires [25].

CONCLUSION

La chirurgie valvulaire aortique mini-invasive constitue une alternative intéressante chez des patients lourds et fragiles.

Ces voies mini-invasives permettent la diminution du stress chirurgical, la réduction de l'inflammation, et de la douleur post-opératoire, ainsi que le saignement per et post-opératoire et le recours aux transfusions. On observe aussi moins de complications infectieuses et moins de retentissement sur la mécanique respiratoire. C'est une technique qui permet aussi la réduction du temps d'hospitalisation en réanimation et en intra-hospitalier. La récupération psychologique du malade est aussi plus rapide vu le résultat esthétique plus acceptable.

Les résultats de notre série ont prouvé que la chirurgie valvulaire aortique par voie mini-invasive est une technique fiable, reproductible et possible dans notre contexte Tunisien et qui donne des résultats comparables à la chirurgie conventionnelle.

REFERENCES

1. Effler DB, Favaloro R, Groves LK. Heart Valve Replacement: Clinical Experience. *Ann Thorac Surg*. janv 1965;1(1):4-24.
2. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 10 juin 2014 ; 129 (23): e521-643.
3. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 10 juin 2014; 63(22): 2438-88.
4. Osnabrugge RLJ, Mylotte D, Head SJ, Van Mieghem NM, Nkomo VT, LeReun CM, et al. Aortic Stenosis in the Elderly: Disease Prevalence and Number of Candidates for Transcatheter Aortic Valve Replacement : A Meta-Analysis and Modeling Study. *J Am Coll Cardiol*. 10 sept 2013; 62(11): 1002-12.
5. Rosengart TK, Feldman T, Borger MA, Vassiliades TA, Gillinov AM, Hoercher KJ, et al. Percutaneous and minimally invasive valve procedures: a scientific statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Clinical Cardiology, Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Group, and Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group. *Circulation*. 1 avr 2008; 117(13): 1750-67.
6. Bates ER. Treatment options in severe aortic stenosis. *Circulation*. 19 juill 2011; 124 (3): 355-9.
7. Semsroth S, Matteucci Gothe R, Raith YR, de Brabandere K, Hanspeter E, Kilo J, et al. Comparison of Two Minimally Invasive Techniques and Median Sternotomy in Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*. sept 2017; 104 (3): 877-83.
8. Glauber M, Miceli A, Gilmanov D, Ferrarini M, Bevilacqua S, Farneti PA, et al. Right anterior minithoracotomy versus conventional aortic valve replacement: a propensity score matched study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. Mai 2013; 145(5): 1222-6.
9. Glauber M, Miceli A. Minimally invasive aortic valve replacement with sutureless valve is the appropriate treatment option for high-risk patients and the « real alternative » to transcatheter aortic valve implantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. Mars 2016; 151(3): 610-3.
10. Merk DR, Lehmann S, Holzhey DM, Dohmen P, Candolfi P, Misfeld M, et al. Minimal invasive aortic valve replacement surgery is associated with improved survival: a propensity-matched comparison. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. janv 2015; 47(1): 11-7; discussion 17.
11. Minoru Tabata, Ramanan Umakanthan, Lawrence H. Cohn, Ralph Morton Bolman, Prem S. Shekar, Frederick Y. Chen, Gregory S. Couper, Sary F. Aranki. Early and late outcomes of 1000 minimally invasive aortic valve operations. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, Volume 33, Issue 4, April 2008, Pages 537–541.
12. Kaneko T, Loberman D, Gosev I, Rassam F, McGurk S,

- Leacche M, et al. Reoperative aortic valve replacement in the octogenarians-minimally invasive technique in the era of transcatheter valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* Janv 2014; 147(1): 155-62.
13. Attia RQ, Hickey GL, Grant SW, Bridgewater B, Roxburgh JC, Kumar P, et al. Minimally Invasive Versus Conventional Aortic Valve Replacement: A Propensity Matched Study From the UK National Data. *Innov Phila Pa.* févr 2016; 11(1): 15-23; discussion 23.
 14. Glauber M, Moten SC, Quaini E, Solinas M, Folliguet TA, Meuris B, et al. International Expert Consensus on Sutureless and Rapid Deployment Valves in Aortic Valve Replacement Using Minimally Invasive Approaches. *Innov Phila Pa.* Juin 2016; 11(3): 165-73.
 15. Totsugawa T, Hiraoka A, Tamura K, Yoshitaka H, Sakaguchi T. Minimally invasive aortic valve replacement through a right anterolateral mini-thoracotomy for the treatment of octogenarians with aortic valve stenosis. *Heart Vessels.* Mars 2019; 34(3): 462-9.
 16. Labriola C, Paparella D, Labriola G, Dambrosio P, Cassese M, Speziale G. Reliability of Percutaneous Pulmonary Vent and Coronary Sinus Cardioplegia in the Setting of Minimally Invasive Aortic Valve Replacement: A Single-Center Experience. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* Août 2017 ; 31(4): 1203-9.
 17. Li W, Xue Q, Liu K, Hong J, Xu J, Wu L, et al. Effects of MIAVS on Early Postoperative ELWI and Respiratory Mechanics. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 2 avr 2016; 22: 1085-92.
 18. Ghanta RK, Lapar DJ, Kern JA, Kron IL, Speir AM, Fonner E, et al. Minimally invasive aortic valve replacement provides equivalent outcomes at reduced cost compared with conventional aortic valve replacement: A real-world multi-institutional analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* avr 2015; 149(4): 1060-5.
 19. Johnston DR, Atik FA, Rajeswaran J, Blackstone EH, Nowicki ER, Sabik JF, et al. Outcomes of less invasive J-incision approach to aortic valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* Oct 2012; 144 (4): 852-858.e3.
 20. Menkis AH, Martin J, Cheng DCH, Fitzgerald DC, Freedman JJ, Gao C, et al. Drug, devices, technologies, and techniques for blood management in minimally invasive and conventional cardiothoracic surgery: a consensus statement from the International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2011. *Innov Phila Pa.* Août 2012; 7(4): 229-41.
 21. Murtuza B, Pepper JR, Stanbridge RD, Jones C, Rao C, Darzi A, et al. Minimal access aortic valve replacement: is it worth it? *Ann Thorac Surg.* Mars 2008; 85(3): 1121-31.
 22. Furukawa K, Morita S. Prevention and Treatment of Mediastinitis Following Cardiac Surgery. *Kyobu Geka.* 2017; 70(8): 601-4.
 23. Lim JY, Deo SV, Altarabsheh SE, Jung SH, Erwin PJ, Markowitz AH, et al. Conventional versus minimally invasive aortic valve replacement : pooled analysis of propensity-matched data. *J Card Surg.* févr 2015; 30(2): 125-34.
 24. Biancari F, Martin M, Bordin G, Vettore E, Vinco G, Anttila V, et al. Basic data from 176 studies on the immediate outcome after aortic valve replacement with or without coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* oct 2014; 28 (5): 1251-6.
 25. Gasparovic I, Artemiou P, Hudec V, Hulman M. Long-term outcomes following minimal invasive versus conventional aortic valve replacement: a propensity match analysis. *Bratisl Lek Listy.* 2017; 118(8): 479-84.