

# Impact de l'insuffisance aortique concomitante sur les résultats à court terme après chirurgie de remplacement valvulaire aortique chez les patients ayant un rétrécissement aortique serré

## Prognostic value of concomitant aortic regurgitation in patients operated for severe aortic stenosis

I Zairi, K Mzoughi, A El Jery, M Jabeur, Z Jnifene, F Ben Moussa, S Kamoun, S Fennira, S Kraiem.

Service de Cardiologie, Hôpital Habib Thameur.  
Faculté de Médecine de Tunis/Université ElManar-Tunis

### Résumé

**Introduction :** L'association d'une insuffisance aortique (IA) quel qu'en soit le degré de sévérité à un rétrécissement aortique (RA) serré d'indication chirurgicale est une situation fréquente. L'impact de l'IA sur le pronostic postopératoire est cependant mal défini avec une divergence des résultats dans la littérature.

**Objectif du travail :** Etudier l'impact de l'IA concomitante à un RA serré symptomatique avec une indication opératoire sur les résultats postopératoires à court terme.

**Matériels et Méthodes :** Etude rétrospective comparative incluant 37 patients sur une période de 3 ans présentant un RA serré avec une indication chirurgicale, divisés en deux groupes : G1 : RA serré isolé (n=15) et G2 : RA serré associé à une IA (n=22). Tous les patients ont eu une d'une échocardiographie transthoracique (ETT) préopératoire et postopératoire à 1 semaine et à 6 mois.

**Résultats :** L'âge moyen était de 59,08 ans avec des extrêmes allant de 24 à 83 ans. L'âge était plus avancé dans le groupe RA isolé :  $66,16 \pm 6,4$  versus  $54,27 \pm 16,3$  ( $p=0,012$ ). Au total, 59,5% des patients étaient de sexe masculin sans différence significative entre les deux groupes. La symptomatologie était dominée par la dyspnée (74%) de stade II (40%) et III (26%) de la NYHA. L'atteinte coronarienne était plus fréquente dans G1 (33% vs 14% ;  $p=0,079$ ). Les données échographiques préopératoires n'ont pas montré de différence entre les deux groupes pour la fonction ventriculaire gauche, l'épaisseur du septum inter ventriculaire, le gradient trans aortique, la surface aortique et les pressions artérielles pulmonaires systémiques. En revanche, nous avons noté des diamètres moyens du ventricule gauche (VG) plus importants dans G2 avec : un diamètre télédiastolique moyen (DTD) à  $58,95 \pm 8,4$  mm vs  $51,2 \pm 8,19$  mm ( $p=0,018$ ) et un diamètre télésystolique (DTS) à  $39,6 \pm 10,5$  mm vs  $33,2 \pm 8,79$  mm ( $p=0,049$ ). De même, en post-opératoire immédiat et à court terme, aucune différence significative n'a été notée entre les 2 groupes. Seuls les diamètres moyens du VG étaient plus importants dans le G2 avec un DTD  $59,1$  mm vs  $51$  mm ( $p=0,03$ ) et DTS  $40,3$  mm vs  $33,2$  mm ( $p=0,02$ ) à 1 semaine et DTD à  $58,8 \pm 9,9$  mm vs  $50,7 \pm 8,19$  mm ( $p=0,032$ ) et un DTS à  $40,1 \pm 9,7$  mm vs  $32,8 \pm 12$  mm ( $p=0,024$ ) à 6 mois.

**Conclusion :** Dans notre étude, l'association d'une IA quel que soit son degré de sévérité à un RA serré a eu un impact sur les diamètres du VG uniquement.

### Summary

**Introduction:** The aim of this study was to evaluate the prognostic value of concomitant aortic regurgitation (AR) in patients operated for severe aortic stenosis (AS) by examining the impact of presence and severity of concomitant AR in patients operated for severe AS on short-term outcome.

**Methods:** Retrospective study including 37 consecutive patients operated due to severe AS. Patients were divided in two groups, G1: AS group (n =15) and G2: AS + AR (n=22). All patients had a transthoracic echography a week and 6 months after cardiac surgery.

**Results:** Patients mean age was 59,08 with older patients in group  $66,16 \pm 6,4$  vs  $54,27 \pm 16,3$  ( $p=0,012$ ). 59,5% of the patients were males. Dyspnoea was the predominating symptom (74%) with 40% in stage II and 26% in stage III NYHA. Coronary artery disease was more frequent in G1 (33% vs 14%;  $p=0,079$ , NS). Pre-operative echocardiography showed no difference between the two groups for left ventricular ejection, LV hypertrophy, mean aortic gradients, aortic area and pulmonary pressure. However mean LV diameters were greater in G2 with a mean LV end diastolic diameter (LVEDD) à  $58,95 \pm 8,4$  mm vs  $51,2 \pm 8,19$  mm ( $p=0,018$ ) and LV end systolic diameter (LVESD) à  $39,6 \pm 10,5$  mm vs  $33,2 \pm 8,79$  mm ( $p=0,049$ ). Immediate and short-term echocardiographic follow-up showed no difference between the 2 groups. Only LV diameters were greater in G2 avec un LVEDD  $59,1$ mm vs  $51$ mm ( $p=0,03$ ) et LVESD  $40,3$ mm vs  $33,2$  mm ( $p=0,02$ ) à 1 week and LVEDD at  $58,8 \pm 9,9$  mm vs  $50,7 \pm 8,19$  mm ( $p=0,032$ ) and LVESD à  $40,1 \pm 9,7$  mm vs  $32,8 \pm 12$  mm ( $p=0,024$ ) at 6 months.

**Conclusion:** Our data indicate that the preoperative presence of concomitant AR was associated with greater LV diameters.

### Mots-clés

Rétrécissement aortique, insuffisance aortique, pronostic à court terme

### Keywords

Aortic stenosis aortic regurgitation, aortic valve replacement, short-term outcome

### Correspondance

Dr Khadija Mzoughi  
khadijamzoughi@yahoo.com - Tel : 98673316

## INTRODUCTION

L'association d'une insuffisance aortique (IA), quel qu'en soit le degré de gravité, à un rétrécissement aortique (RA) serré est une situation fréquente dans la pratique clinique. En se référant aux recommandations actuelles de la prise en charge des valvulopathies, la présence d'un RA serré symptomatique indique un remplacement valvulaire aortique. Cette attitude s'applique aussi en cas de présence concomitante d'une insuffisance aortique, si la sténose est prédominante(1).

Les facteurs qui peuvent influencer le pronostic postopératoire d'un RA serré sont classiquement l'âge, la classe NYHA préopératoire, l'hypertrophie ventriculaire et la fraction d'éjection, les troubles de rythme, le gradient de pression trans-aortique et la maladie coronaire associée(3,4).

La valeur de la présence concomitante d'une IA dans le pronostic postopératoire du RA serré est par contre mal définie. Si quelques études ont identifié l'IA significative comme facteur de risque de développement d'une dysfonction ventriculaire gauche postopératoire, d'autres ne l'ont pas indiqué.

Notre étude rentre donc dans ce cadre, essayant de définir l'impact de la présence d'une IA quel que soit sa sévérité dans le pronostic postopératoire à court terme d'un RA serré.

## MATERIELS ET METHODES

Nous avons analysé rétrospectivement les dossiers de 37 patients hospitalisés dans le service de cardiologie de l'hôpital Habib Thameur entre Janvier 2009 et décembre 2011 pour RA serré symptomatique avec une indication opératoire.

Tous les patients ont bénéficié d'une échocardiographie trans-thoracique (ETT) préopératoire et en postopératoire précoce (1 semaine) et à 6 mois.

Les critères d'exclusion sont : l'existence d'une autre valvulopathie sévère associée (mitrale, tricuspide...), le RA avec un bas débit et les antécédents de chirurgie valvulaire ou coronaire.

Notre population a été divisée en deux groupes :

-G1 : 15 patients ayant un RA serré isolé (n=15)

-G2 : 22 patients ayant un RA serré associé à une IA (n=22)

Nous avons déterminé pour chaque groupe les caractéristiques démographiques, cliniques, échocardiographiques et angiographiques en préopératoire. Les données postopératoires ont été colligées à partir des échographies post opératoires à une semaine et à six mois.

L'analyse des données a été faite au moyen du logiciel SPSS version 19.0.

Nous avons calculé les fréquences simples et les

fréquences relatives (pourcentages) pour les variables qualitatives, ainsi que les moyennes, et les écarts- types pour les variables quantitatives. Les comparaisons des moyennes ont été effectuées au moyen du test t de Student. Le seuil de signification a été fixé à 0,05.

## RESULTATS

L'âge moyen de nos patients était de 59,08 ans avec des extrêmes allant de 24 à 83 ans. Cette moyenne était significativement plus élevée dans le groupe RA seul : 66,16 ans versus (vs) 54,27ans (p=0,012).

59,5% des patients étaient de sexe masculin avec 40% dans le groupe 1 vs 60% dans le groupe 2 (p=0,72 NS).

L'hypertension artérielle était présente dans 48,6% des cas. Cette prévalence est de 66,7% en cas de RA vs 40,9% en cas de RA+IA (p=0,131 NS). 16,2% des patients étaient diabétiques avec 20% dans le groupe 1 vs 13,6% dans le deuxième groupe (p=0,63 NS). La dyslipidémie était présente dans 13,5% des cas avec la même prévalence entre les deux groupes (p=0,98 NS).

74% des patients présentaient une dyspnée en préopératoire avec 40% en classe II de la NYHA, 26,7% en classe III et 6,7% en classe IV. Cette répartition était identique dans les deux groupes.

56,8% des patients avait une HVG électrique à l'ECG, avec 68% dans le groupe RA vs 40% (p=0,09 NS). La prévalence de la fibrillation auriculaire (FA) était de 13,5% dans les deux groupes.

36 patients ont bénéficié d'une coronarographie préopératoire. Celle-ci était normale ou trouvait des lésions non significatives dans 86% dans le groupe 2 vs 66% dans le groupe 1.

Le pourcentage des lésions serrées dans le groupe 1 était donc 33% vs 14%(p=0,079 NS).

A noter que dans le groupe 2, 11 patients (50%) avaient une IA minime à modérée et 11 patients (50%) une IA moyenne à sévère.

Le diamètre moyen du VG était plus important dans le groupe 2 : DTD 58,95 mm vs 51,2mm (p=0,018) et DTS 39,6mm vs 33,2mm (p=0,049). La FEVG moyenne était 57,4% dans G1 vs 51,4% (p=0,18 NS). L'épaisseur moyenne du SIV était de 14,4 mm dans les deux groupes. La PAPS moyenne était 36,7mmHg dans le groupe 1 vs 45,6 mmHg (p=0,057 NS).

Le gradient moyen était de 44,8 mmHg dans le groupe 1 vs 46,4 mmHg (p=0,59 NS). La surface moyenne de l'orifice aortique était de 0,8 cm<sup>2</sup> dans les deux groupes. 58% des lésions étaient dégénératives. Les lésions rhumatismales représentaient 39% des cas. 1 seul patient a été opéré pour un RA associé à un obstacle sous valvulaire.

32% des patients (6 patients du groupe 1 et 6 patients du groupe 2) ont bénéficié d'un remplacement valvulaire par bioprothèse. Les prothèses les plus utilisées étaient les marques Sorin, St Jude et Edwards pour les prothèses

mécaniques et St Jude et Biocar pour les bioprothèses. Le diamètre moyen des prothèses était de 22,13mm dans le groupe 1 vs 23,13mm dans le groupe 2 ( $p=0,95$  NS). La durée moyenne de la CEC était de 65mn. 7 patients (19,4%) ont bénéficié d'un pontage associé dont 5 (33%) du groupe 1 et 2 (9,1%) du groupe 2.

La mortalité opératoire était nulle dans les deux groupes. Un seul patient a été repris pour une fixation sternale.

Le suivi échocardiographique en post-opératoire immédiat et à court terme, n'a pas montré de différence significative entre les 2 groupes. Seuls les diamètres moyens du VG étaient plus importants dans le G2 avec un DTD 59,1mm vs 51mm ( $p=0,03$ ) et DTS 40,3mm vs 33,2 mm ( $p=0,02$ ) à 1 semaine et DTD à 58,8 +/- 9,9 mm vs 50,7 +/- 8,19 mm ( $p=0,032$ ) et un DTS à 40,1 +/- 9,7 mm vs 32,8 +/- 12 mm ( $p=0,024$ ) à 6 mois.

Les données échographiques en postopératoire précoce (1 semaine) et au suivi à 6 mois sont résumées dans les tableaux 1 et 2.

Au suivi à 6 mois, toutes les prothèses avaient des gradients corrects, sans sténose ni fuite.

L'analyse univariée et multivariée n'a pas montré d'impact de la présence d'une IA quel qu'en soit sa sévérité sur les résultats post-opératoires.

**Tableau 1 :** Les données échocardiographiques en postopératoire précoce (1 semaine).

	G1 (n=15)	G2 (n=22)	P
DTD VG (mm)	51±8,7	59,1±8,4	0,03
DTS VG (mm)	33,2±8,7	40,3±10,5	0,02
SIV (mm)	14,3±2,3	14,3±2,3	0,98
FEVG (%)	54,6±13,2	46±13,5	0,11
PAPS (mmHg)	32,2±10,3	35,5±11,4	0,11

**Tableau 2 :** Les données échocardiographiques à 6 mois

	G1 (n=15)	G2 (n=22)	P
DTD VG (mm)	50,7±8,6	58,8±8,6	0,032
DTS VG (mm)	32,8±8,79	40,1±10,4	0,024
SIV (mm)	14,3±2,3	14,2±1,9	0,92
FEVG (%)	54,5±13,5	45,8±13,8	0,11
PAPS (mmHg)	30,25±11,5	33,5±11,1	0,117

## DISCUSSION

Le pronostic postopératoire du RA serré a fait l'objet de plusieurs études et la place d'une IA associée était sujette à plusieurs controverses.

L'âge, la classe NYHA préopératoire, l'hypertrophie ventriculaire gauche, la FEVG, les troubles du rythme, le gradient de pression trans-aortique, le type et le diamètre de la prothèse implantée et l'incidence des lésions coronaires nécessitant un pontage associé sont classiquement les facteurs prédictifs de mauvais pronostic postopératoire du RA serré (3,4). La place de l'IA associée n'était pas par contre aussi claire. Certaines études n'ont pas trouvé d'influence (3,25) de l'IA associée alors que d'autres ont retrouvé l'IA associée comme facteur prédictif de mortalité (27,29).

Les éléments préopératoires les plus étudiés en plus de la coexistence d'une IA sont l'âge, le sexe, l'HTA, le diabète, la classe NYHA de la dyspnée, la durée des symptômes, la fibrillation atriale, l'HVG électrique, les données échographiques tels que les diamètres et les volumes du ventricule gauche, la FEVG, la masse ventriculaire indexée et les gradients transaortiques moyen et maximal, les lésions coronaires associés et le gradient hémodynamique (3, 4, 12, 13, 25).

Le pronostic postopératoire était étudié, selon les études, à court, moyen et long terme. Le pronostic était généralement jugé sur la mortalité, la capacité fonctionnelle (classe NYHA (5, 17, 18) ou test de 6 minutes de marche (8, 22, 23), selon l'étude) et la FEVG appréciée par des paramètres échographiques.

Notre étude a trouvé une différence significative entre les deux groupes avec âge moyen plus avancé dans le groupe 2. Cette différence a été notée dans la plupart des études (3, 4, 6, 25) et est expliqué par le fait que le RA serré chez les patients âgés est lié à un processus dégénératif avec calcifications des feuillets valvulaires (9). Par contre, chez les sujets plus jeunes, il est plutôt lié à un processus rhumatisal ou à une maladie congénitale telle que la bicuspidie, et l'association de l'insuffisance aortique est quasi constante (9).

Morris et coll (16) ont démontré une nette augmentation de la mortalité postopératoire chez les patients âgés de plus de 70 ans avec un déclin progressif par décennie. Cependant, le pourcentage de survie à 5 ans reste assez conservé (65%) après 80 ans. Le risque opératoire était extrêmement bas (1%) pour les patients de moins de 70 ans. Cet effet de l'âge sur la mortalité a été noté dans l'étude de Logeais et coll (4) et l'étude récente de Catovic et coll (25).

Dans l'étude de Morris et coll (16), le sexe féminin était considéré un facteur d'amélioration de la FEVG postopératoire et ceci dans une analyse univariée. Par contre cette association n'a pas été prouvée dans l'analyse multivariée par modèle de Cox.

Lund et coll (3) ont identifié le sexe masculin comme facteur de mauvais pronostic postopératoire.

A même degré d'obstruction et pour une même symptomatologie, trois études (30, 31, 32) ont montré que les femmes ont une meilleure préservation de la fraction de raccourcissement, de la durée d'éjection, de

la pression pulmonaire moyenne et de l'index cardiaque avec un degré moindre de désorganisation architecturale contribuant à la dysfonction ventriculaire par rapport aux hommes.

Notre étude n'a pas mis en évidence un effet du sexe sur la FEVG postopératoire.

Notre étude n'a pas trouvé une différence significative dans les deux groupes en termes d'HTA, de diabète et de dyslipidémie. Dans l'étude récente de Catovic et coll (25) le diabète a été identifié comme facteur prédictif de mauvais pronostic et ceci dans un modèle uni-et multivarié.

La dyspnée était la seule symptomatologie dans notre série. Le pourcentage de patients dans chaque classe NYHA était similaire dans les deux groupes avec une nette prépondérance pour la classe II (40%). Dans l'étude de Morris et coll (16), les classes III et IV étaient un facteur important de mortalité.

Czer et coll (26) et Mullany et coll (28) ont démontré que la classe NYHA préopératoire est un déterminant important de la mortalité à long terme. Catovic et coll (25) n'ont pas pu par contre établir une corrélation significative entre la classe NYHA et la mortalité.

Notre étude n'a pas noté une différence significative en ce qui concerne la surcharge systolique du ventricule gauche.

Le pourcentage de patients en FA était similaire dans les deux groupes (13,3%). La présence d'une FA indique généralement une cardiopathie avancée et considérée comme facteur de mortalité postopératoire dans plusieurs études telle que l'étude de Logeais et coll (4). D'autres auteurs tels que Catovic et coll (5) n'ont pas pu établir ce lien.

Il n'a pas été noté de différence significative entre les deux groupes en termes de lésions significatives nécessitant un pontage associé. Dans l'étude de Morris et coll (16), il a été démontré que des lésions coronaires étendues étaient un facteur important de mortalité à long terme. Logeais et coll (4), Catovic et Coll (25) n'ont pas pu établir par contre cette corrélation, de même pour l'étude de Vaquette et coll (17).

Classiquement, le remplacement valvulaire aortique a un effet immédiat sur la post-charge et la pré-charge dans le sens de la diminution (38). Plus tardivement, il a un effet sur l'adaptation et le remodelage ventriculaire avec diminution de l'hypertrophie et de la masse ventriculaire (15,19-21, 34,35). Le DTD et le DTS diminuent souvent (34,36-38).

La FEVG postopératoire se maintient ou augmente chez les patients à FEVG préopératoire normale, et tend à s'améliorer pour les FEVG préopératoires altérées (34-38).

La dysfonction ventriculaire gauche n'est pas considérée toujours comme un facteur déterminant de la mortalité chirurgicale (29,33) mais plutôt un facteur prédictif du pronostic à long terme.

Morris et coll (16) ont montré que la FEVG préopératoire était avec l'âge les deux facteurs les plus importants de mortalité à long terme. Le même résultat a été rapporté par Catovic et coll (25) et par Logeais et coll (4).

Notre étude a mis en évidence une différence significative des diamètres ventriculaires (DTD et DTS) entre les deux groupes avec une nette augmentation dans le groupe 2.

La différence entre les autres paramètres : SIV, FEVG, PAPS, gradient moyen et surface aortique n'était pas, par contre, significative.

Les données postopératoires dans notre étude étaient basées sur des résultats échographiques.

L'analyse des données a trouvé, comme en préopératoire, une différence significative entre les diamètres ventriculaires (DTD et DTS) et l'absence de différence significative des autres paramètres.

Il n'a pas été noté dans notre étude une diminution significative des diamètres ventriculaires, résultat rapporté dans plusieurs études (10, 15,16). Le délai assez précoce du contrôle échographique apporte sûrement une explication.

La FEVG, de même, est restée en moyenne stable et ceci même pour les FEVG altérées < 45%, résultat en accord avec plusieurs études qui ont noté la stabilité et parfois l'amélioration de la FEVG post opératoire (34-38). Il n'a pas été noté dans notre étude une régression de l'hypertrophie septale. L'explication probable est encore une fois la précocité des contrôles échographiques, puisqu'il s'agit d'un résultat constaté à court terme.

Nos données indiquent que l'association d'une IA quel que soit son degré de sévérité à un RA serré a eu un impact sur les diamètres du VG uniquement.

Il existe dans la littérature des résultats contradictoires en ce qui concerne l'impact de l'IA préopératoire sur le pronostic postopératoire du RA serré.

Nos résultats sont en accord avec ceux de l'étude récente de Catovic et coll (25) et l'étude de Lund et coll (3). Lytle et coll (27), Scott et coll (29) et Otto et coll (7) ont par contre identifié l'IA comme facteur de mauvais pronostic.

En fait, il est difficile de faire une comparaison directe des différentes études en raison de différences dans la méthodologie. Par exemple, certaines études qui ont étudié le pronostic du RA chirurgical n'ont inclus que les IA modérées (3,6), tandis que d'autres ont inclus des patients quel que soit le degré de l'IA associée (10,14). Certains auteurs ont analysé séparément des patients avec RA pur et des patients avec RA et IA modérée ou moyenne (11)

tandis que d'autres n'ont analysé que des patients avec RA et IA moyenne ou sévère (5).

#### Limites de l'étude :

Les limites de cette étude sont son caractère rétrospectif et le faible effectif.

## CONCLUSION

Notre étude a démontré que la présence préopératoire d'une IA concomitante à un RA serré d'indication opératoire n'avait un impact que sur les diamètres du VG.

La valeur de l'IA dans le pronostic postopératoire du RA serré reste encore un sujet de débat.

## REFERENCES

- Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). The Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS).
- Ital Cardiol (Rome). 2013 Mar;14(3):167-214.
- Connolly HM, Oh JK, Orszulak TA. Aortic valve replacement for aortic stenosis with severe left ventricular dysfunction. Prognostic indicators. *Circulation*. 1997; 95:2395-400.
- Lund O. Preoperative risk evaluation and stratification of long-term survival after valve replacement for aortic stenosis. *Circulation*. 1990, 82:124-139.
- Logeais Y, Langanay T, Roussin R, Leguerrier A, Rioux C, Chaperon J. Surgery for aortic stenosis in elderly patients. A study of surgical risk and predictive factors. *Circulation*. 1994, 90:2891-2898.
- Hwang MH, Hammermeister KE, Oprian C, Henderson W, Bousvaros G, Wong M. Preoperative identification of patients likely to have left ventricular dysfunction after aortic valve replacement. Participants in the Veterans Administration cooperative study on valvular heart disease. *Circulation*. 1989, 80:65-76.
- Krayenbuehel HP, Turina M, Hess OM, Rothlin M, Senning A. Pre- and postoperative left ventricular contractile function in patients with aortic valve disease. *Br Heart J*. 1979, 41:204-13.
- Otto CM, Bonow RO. Aortic stenosis. In *Heart Disease* 8 ed. Edited by: Braunwald E 2008:1625-1635.
- Lipkin DP, Scriven AJ, Crace T, Poole-Wilson PA. Six minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. *Br Med J*. 1986, 292:653-655.
- Stephan PJ, Henry AC, Hebel RF Jr, Whiddon L, Roberts WC. Comparison of age, gender, number of aortic valve cusps, concomitant coronary artery bypass grafting, and magnitude of left ventricular systemic arterial peak systolic gradient in adults having aortic valve replacement for isolated aortic stenosis. *Am J Cardiol*. 1997, 79:166-172.
- Craver JM, Weintraub WS, Jones EL, Guyton RA, Hatcher CR. Predictors of mortality, complications, and length of stay in aortic valve replacement for aortic stenosis. *Circulation*. 1988, 78:85-90.
- Rao L, Mohr-Kahaly S, Geil S, Dahm M, Meyer J: Left ventricular remodeling after aortic valve replacement. *Z Kardiol* 1999, 88:283-9.
- Medalion B, Blackstone EH, Lytle BW, White J, Arnold JH, Cosgrove DM: Aortic valve replacement: is valve size important? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000, 119:963-974.
- Pibarot P, Dumesnil JG. Hemodynamic and clinical impact of prosthesis patient mismatch in the aortic valve position and its prevention. *J Am Coll Cardiol*. 2000, 36:1131-1141.
- Sharony R, Grossi EA, Saunders PC, Schwartz CF, Ciuffo GB, Baumann FG. Aortic valve replacement in patients with impaired ventricular function. *Ann Thorac Surg*. 2003, 75:1808-1814.
- Waszyrowski T, Kasparzak JD, Krzeminska-Pakula M, Drozd J, Dziatkowiak A, Zaslonska J. Regression of left ventricular hypertrophy after aortic valve replacement. *Int J Cardiol*. 1996, 57:217-225.
- Morris JJ, Schaff HV, Mullany CJ, Rastogi A, McGregor CG, Daly RC. Determinants of survival and recovery of left ventricular function after aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg*. 1993, 56:22-29.
- Vaquette B, Corbineau H, Laurent M, Lelong B, Langanay T, de Place C. Valve replacement in patients with critical aortic stenosis and depressed left ventricular function: predictors of operative risk, left ventricular function recovery, and long term outcome. *Heart*. 2005, 91:1324-1329.
- Tarantini G, Buja P, Scognamiglio R, Razzolini R, Gerosa G, Isabella G. Aortic valve replacement in severe aortic stenosis with left ventricular dysfunction: determinants of cardiac mortality and ventricular function recovery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003, 24:879-885.
- Ikonomidis I, Tsoukas A, Parthenakis F, Gournizakis A, Kassimatis A, Rallidis L, Nihoyannopoulos P. Four year follow up of aortic valve replacement for isolated aortic stenosis: a link between reduction in pressure overload, regression of left ventricular hypertrophy, and diastolic function. *Heart*. 2001, 86:309-316.
- Lund O, Emmertsen K, Dorup I, Jensen JT, Flo C: Regression of left ventricular hypertrophy during 10 years after valve replacement for aortic stenosis is related to the preoperative risk profile. *Eur Heart J*. 2003, 24:1437-1446.
- Monrad ES, Hess OM, Murakami T, Nonogi H, Corin WJ, Krayenbuehl HP. Time course of regression of left ventricular hypertrophy after aortic valve replacement. *Circulation*. 1988, 77:1345-1355.
- Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, Rogers WJ, McIntyre K, Bangdiwala SI, for the SOLVD Investigators: Prediction of

- mortality and morbidity with 6 minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *JAMA*. 1993; 270:1702-1707.
23. Bittner V, Weiner DH, Ghali JK. For the SOLVD Investigators: The six minute walk test predicts prognosis in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Circulation*. 1993; 88:590-596
  24. Lang R, Bierig M, Devereux R, Flachskampf F, Foster E, Pellikka P. Recommendations for chamber quantification : a report from the American Society of Echocardiography's guidelines. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005; 18:1440-1463.
  25. Catovic S, Popovic ZB, Tasic N, Nezic D, Milojevic P, Djukanovic B et al. Impact of concomitant aortic regurgitation on long -term outcome after surgical aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2011, 6:51.
  26. Czer LSC, Gray RJ, Steward ME, De Robertis M, Chaux A, Matloff JM. Reduction in sudden late death by concomitant revascularization with aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1988; 95:390-401.
  27. Lytle BW, Cosgrove DM, Loop FD, et al. Replacement of aortic valve combined with myocardial revascularization: determinants of early and late risk for 500 patients, 1967-1981. *Circulation*. 1983; 68: 1149-62.
  28. Mullany CJ, Elveback LR, Frye RL, et al. Coronary artery disease and its management: influence on survival in patients undergoing aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol*. 1987; 10:66-72.
  29. Scott WC, Miller DC, Haverick A, et al. Determinants of operative mortality for patients undergoing aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1985; 89:400-13.
  30. Carroll JD, Carroll EI, Feldman T, et al. Sex-associated differences in left ventricular function in aortic stenosis of the elderly. *Circulation*. 1992; 86:1099-107.
  31. Aurigemma GP, Silver KH, McLaughlin M, Orsinelli D, Sweeney AM, Gaasch WH. Gender influences the pattern of left ventricular hypertrophy in elderly patients with aortic stenosis. *Circulation*. 1992; 86:538.
  32. Villari B, Hess OM, Campbell SE, Krayenbuehl HP. Sex dependent response of the left ventricle to aortic valve stenosis: influence of the collagen network. *Circulation*. 1992; 86:538.
  33. Culliford AT, Galloway AC, Colvin SB, Grossi EA, Baumann FG, Esposito R, Ribakove GH, Spencer FC. Aortic valve replacement for aortic stenosis in persons aged 80 years and over. *Am J Cardiol*. 1991; 67:1256-60.
  34. Kennedy JW, Doces J, Stewart DK. Left ventricular function before and following aortic valve replacement. *Circulation*. 1977; 56:944-50.
  35. Pantely G, Morton M, Rahimtoola SH. Effects of successful, uncomplicated valve replacement on ventricular hypertrophy, volume, and performance in aortic stenosis and in aortic incompetence. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1978; 75:383-9.
  36. Smith N, McAnulty JH, Rdlhimtoola SH. Severe aortic stenosis and impaired left ventricular function and clinical heart failure: results of valve replacement. *Circulation*. 1978; 58:255-64.
  37. Bonow RO, Rosing DR, Maron MJ. Reversal of left ventricular dysfunction after aortic valve replacement for chronic aortic regurgitation: influence of duration of preoperative left ventricular dysfunction. *Circulation*. 1984; 70:5-09.
  38. Harpole DH, Jones RH. Serial assessment of ventricular performance after valve replacement for aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1990; 99:645-50.