

# Etude de la fonction systolique ventriculaire droite en post-opératoire de chirurgie cardiaque

## Assessment of right ventricular systolic function in postoperative cardiac surgery

Meriem Dghim Hamzaoui, Karima Taamallah, Sarra Chenik, Houaida Mahfoudhi, Haggui Abdeddayem, Nadhem Hajlaoui, Dhaker Lahidheb, Wafa Fehri

Service de Cardiologie – Hôpital Militaire De Tunis

### Résumé

**Introduction :** L'échographie cardiaque est un outil simple et accessible pour évaluer la fonction ventriculaire droite (VD) chez le patient candidat à une chirurgie cardiaque sous circulation extracorporelle (CEC).

**Objectif :** Evaluer les modifications de la géométrie et des paramètres de déformation longitudinal du VD en postopératoire.

**Méthodes :** Il s'agissait d'une étude prospective au cours de laquelle on a colligé les patients opérés dans le service de chirurgie cardio-thoracique de l'hôpital militaire de Tunis, sur une période de 10 mois (Novembre 2016- Aout 2017). Nos 37 patients avaient eu une chirurgie cardiaque sous CEC. Tous ces patients avaient eu une échocardiographie (par le même opérateur) préopératoire et dans la semaine post opératoire. Une étude de la fonction contractile du VD par le speckle tracking : strain global et le strain de la paroi libre du VD (analyse des données sur echoPAC GE medical). Seulement les patients ayant une fonction VD correcte en préopératoire ont été inclus dans cette étude.

**Résultats :** L'âge moyen de nos patients était de 65 ans  $\pm$  13 ans. La répartition des types des gestes chirurgicales était ainsi : 18 (48,64%) patients avaient un pontage aorto-coronaire (PAC), 18 (48,64%) patients avaient un remplacement valvulaire et un seul patient (2,7%) a eu une chirurgie combinée (PAC associé à un remplacement valvulaire). L'analyse statistique de nos données post-opératoires confrontées aux données préopératoires a conclu à une baisse post-opératoire du TAPSE (20,05 mm  $\pm$  2,58) Vs. (18,27 mm  $\pm$  5,44), de la SVD (11,9 cm/s  $\pm$  1,65) Vs. (8,43 cm/s  $\pm$  1,71), de la FRS (42,46%  $\pm$  6,46) Vs. (36,63%  $\pm$  8,27) et l'IVA (3,44 m/s  $\pm$  0,78) Vs. (2,78 m/s  $\pm$  0,59). Nous avons noté une baisse significative postopératoire du strain global (-28 %  $\pm$  3,08) Vs. (-14,06 %  $\pm$  3,98) et de la paroi libre du VD (-30,33 %  $\pm$  7,04) Vs. (-13,64%  $\pm$  5,87)

**Conclusion :** Les paramètres classiques de l'évaluation de la fonction VD (SVD, TAPSE) et surtout la FRS ne sont pas toujours sensibles à une atteinte de la fonction systolique du VD, le strain global et surtout le strain de la paroi libre du VD sont des paramètres fiables pour détecter une atteinte post CEC latente de la fonction contractile du VD. Une étude avec un plus grand effectif est nécessaire pour une meilleure étude la fonction contractile du VD en post CEC.

### Summary

**Introduction:** Cardiac ultrasound is a simple and accessible tool for evaluating right ventricular function (RV) in the patient candidate for cardiac surgery with extracorporeal circulation (ECC).

**Aim:** To evaluate the changes in the geometry and the longitudinal deformation parameters of the RV in postoperative.

**Methods:** This was a prospective study in which the patients operated in the cardiothoracic surgery department of the Military Hospital of Tunis were collected over a period of 10 months (November 2016 - August 2017). Our 37 patients had cardiac surgery under ECC. All of these patients had an echocardiography (by the same operator) preoperatively and in the postoperative week. A study of the contractile function RV by the speckle tracking: global strain and strain of the free wall of the RV (data analysis on echoPAC GE medical). Only patients with a correct preoperative RV function were included in this study.

**Results:** The average age of our patients was 55 years. The distribution of the types of surgical procedures was as follows: 18 patients (48,64%) had coronary artery bypass grafting (CABG), 18 patients (48,64%) had a valvular replacement and only one patient (2,7%) had a combined surgery (CABG associated with valvular replacement). Statistical analysis of our postoperative data compared to preoperative data found a postoperative decrease in Tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) (20.05 mm  $\pm$  2.58) Vs. (18.27 mm  $\pm$  5.44), the tricuspid lateral annular systolic velocity (S') (11.9 cm/s  $\pm$  1.65) Vs. (8.43 cm/s  $\pm$  1.71), the RV fractional area change (RVFAC) (42.46%  $\pm$  6.46) Vs. (36.63%  $\pm$  8.27) and, the isovolumic velocity and isovolumic acceleration IVA (3.44 m/s  $\pm$  0.78) Vs. (2.78 m/s  $\pm$  0.59). We observed a significant postoperative decrease in the global strain (-28.14 %  $\pm$  3.08) Vs. (-14.06%  $\pm$  3.98) and the free wall of the RV (-30.33 %  $\pm$  7.04) Vs. (-13.64%  $\pm$  5.87)

**Conclusion:** The classic parameters of the evaluation of the RV function (S', TAPSE) and especially the RVFAC are not always sensitive to an attack of the systolic function of the RV, the global strain and especially the strain of the free wall of the RV are reliable parameters for detecting a latent post ECC decrease of the contractile function of the RV. A study with a larger population is necessary for a better study the contractile function of RV in post ECC.

### Mots-clés

Echocardiographie -  
Chirurgie cardiaque -  
ventricule droit - Strain  
longitudinal

### Keywords

Ultrasound - Cardiac  
surgery - Right ventricle  
- Speckle tracking  
echography

### Correspondance

Meriem DGHIM HAMZAOU  
Service de cardiologie, Hôpital Militaire de Tunis  
e.mail : dghimmeriem@yahoo.com

## INTRODUCTION

La dysfonction systolique ventriculaire droite est classiquement décrite dans les suites d'une chirurgie cardiaque non compliquée tel que la chirurgie de pontage, ou une chirurgie valvulaire. La fonction ventriculaire droite (VD) péri opératoire a des implications pronostiques importantes sur les patients subissant une chirurgie cardiaque (1,2). L'évaluation échocardiographique de la fonction ventriculaire droite gagne un intérêt croissant dans les pathologies qui affectent le ventricule droit (3). Le Doppler tissulaire a été largement utilisé au cours des dernières années. Le paramètre qui en découle est l'onde S à l'anneau tricuspide (SVD). Le speckle tracking (2D strain) est un nouvel outil pour évaluer les mouvements et la déformation de la paroi myocardique, et il a été suggéré que l'utilisation du strain 2D peut être proposée comme un outil intéressant dans l'évaluation de la fonction ventriculaire droite. L'objectif de notre étude était d'évaluer des modifications de la géométrie et des paramètres de déformation du VD en postopératoire d'une chirurgie cardiaque.

## MÉTHODES

Il s'agit d'une étude prospective au cours de laquelle nous avons colligé 37 patients opérés dans le service de chirurgie cardio-thoracique de l'hôpital militaire de Tunis, sur une période de 10 mois (novembre 2016- aout 2017). Nos patients avaient eu une chirurgie cardiaque sous CEC (revascularisation myocardique chirurgicale, remplacement valvulaire ou chirurgie combinée). Tous ces patients avaient eu une échocardiographie (par le même opérateur) préopératoire et dans la semaine post opératoire. Une étude de la fonction contractile VD moyennant les paramètres classiques et l'étude de la déformation longitudinale par le speckle tracking : strain global et le strain de la paroi libre du VD (analyse des données sur echoPAC GE médical) a été effectuée.

Nous avons exclu les patients ayant une fonction ventriculaire droite altérée à l'échocardiographie préopératoire qui étaient définis par la présence des trois critères unis selon les recommandations de l'ASE (American society of echography) (4) :

Un déplacement systolique de l'anneau tricuspide ou TAPSE < 17 mm.

Une vitesse de l'onde systolique à la paroi latérale de l'anneau tricuspide en Doppler tissulaire (SVD) < 9.5 m/s.

Une fraction de raccourcissement de surface du VD (FRVD) < 35%.

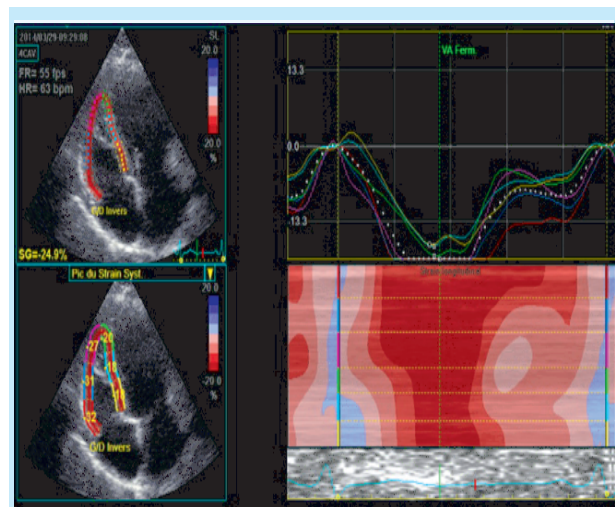
### Les paramètres classiques échographiques du VD :

Les paramètres échographiques standards de l'étude de

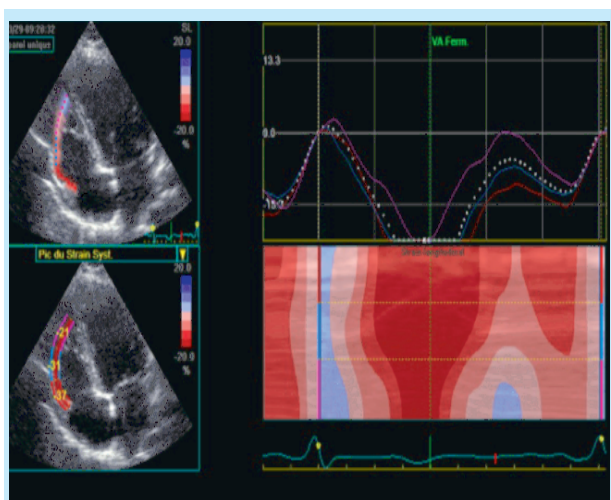
la fonction contractile du VD recueillis sont les suivants : (les diamètres standards du ventricule droit (le diamètre basal du VD, le diamètre médio ventriculaire du VD, le diamètre longitudinal du VD, le diamètre proximal de la chambre de chasse du VD et le diamètre distal de la chambre de chasse du VD), la fraction de raccourcissement de surface du VD (FRVD), le déplacement systolique de l'anneau tricuspide ou TAPSE (Tricuspid Annular Plane Systolic Excurrsion), la vitesse de l'onde systolique en Doppler tissulaire au niveau de l'anneau tricuspide sur le versant latéral (SVD) et l'accélération iso volumique myocardique (IVA).

### Le Strain longitudinal du ventricule droit

Des boucles dynamiques en coupe apicale 4 cavités sur trois cycles cardiaques consécutifs ont été enregistrées. Les séquences obtenues avec une fréquence  $\geq 60$  image par seconde, ont été transférées sur une station dotée d'un logiciel EchoPac BT 11.1.0; GE Vingmed Ultrasound AS pour une analyse offline, par un seul cardiologue entraîné, méconnaissant du profil clinique et surtout angiographique du patient. L'analyse AFI est immédiate, semi-automatique et passe par l'identification de la ligne endocardique par le positionnement manuel de points représentatifs (deux au niveau de l'anneau tricuspide et un au niveau de l'apex) permettant une définition primaire du myocarde par le logiciel. La moyenne du strain longitudinal des segments de la paroi latérale du VD a été calculée. La valeur cut-of choisie est de -20%, au-dessous de laquelle le strain VD est dit altéré (5). (Figure 1 et 2).



**Figure 1** : Mesure Du strain longitudinal global du ventricule droit



**Figure 2 :** Mesure de la contraction longitudinale de la paroi libre du ventricule droit pendant la systole : strain longitudinal

### L'analyse statistique

Les données ont été saisies et analysées au moyen du logiciel SPSS version 21. Les comparaisons de 2 moyennes sur séries indépendantes ont été effectuées au moyen du test t de Student pour séries indépendantes. Les comparaisons de pourcentages sur séries indépendantes ont été effectuées par le test du chi-deux de Pearson. Les liaisons entre 2 variables quantitatives ont été étudiées par le coefficient de corrélation de Pearson. Dans tous les tests statistiques, le seuil de signification a été fixé à 0,05.

## RÉSULTATS

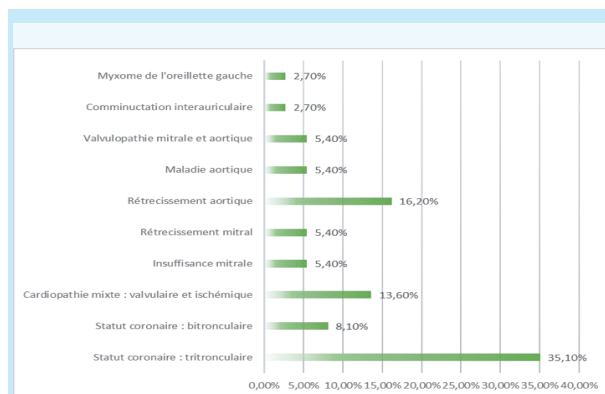
Notre étude est une étude prospective ayant inclus initialement 67 malades opérés au service de chirurgie cardiaque et thoracique à l'hôpital militaire principale d'instruction de Tunis. Sur une période de 10 mois (novembre 2016- aout 2017). Nous avons exclus 30 malades ayant en préopératoire une dysfonction VD échocardiographique selon les critères de l'ASE. L'âge moyen de nos patients était de 55 ans±13 ans [22-77]. Vingt-huit patients était de sexe masculin (75.7%). Le tableau 1 illustre les caractéristiques générales de la population. Les malades ont été hospitalisés pour des cardiopathies diverses (Figure 3).

Seize patients (43.2%) avaient un pontage aorte-coronaire (PAC), 17 patients (48.64%) avaient un remplacement valvulaire, deux patients (2.7%) ont eu une chirurgie combinée (PAC associé à un remplacement valvulaire) et deux autres patients (2.7%) ont été opérés pour myxome de l'oreillette gauche et fermeture chirurgicale de communication inter auriculaire.

**Tableau 1 :** Caractéristiques générales de la population :

Caractéristiques anamnestiques et cliniques :	Nombre	Pourcentage
Sexe masculin	28	75,7%
Tabac	22	59,45%
Diabète	12	32,4%
HTA	12	32,4%
Dyslipidémie	15	40,5%
BPCO	4	10,8%
AOMI	2	5,4%

HTA : Hypertension artérielle / BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive / AOMI : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs



**Figure 3 :** Les différentes cardiopathies chez les malades opérés

Une comparaison des différents diamètres préopératoires et post opératoires n'a pas montré une différence significative sauf pour le diamètre médio ventriculaire (p=0,05). Huit de nos patients avaient une dilatation postopératoire du diamètre médioventriculaire (Tableau 2).

**Tableau 2 :** Comparaison entre les différents diamètres du Ventricule droit en préopératoire et en postopératoire chez la population d'étude

	Moyenne préopératoire	Moyenne Postopératoire	p
Diamètre basal VD (mm)	36,19	38,35	0,21
Diamètre médio ventriculaire VD (mm)	27,95	30,85	0,05
Diamètre longitudinal VD (mm)	65,80	66,21	0,20
Diamètre de la chambre de chasse proximale du VD (mm)	22,00	23,20	0,32
Diamètre de la Chambre de chasse distale du VD (mm)	34,00	35,70	0,27

VD : Ventricule droit

### La comparaison des paramètres classiques de la fonction systolique du VD :

La comparaison des paramètres classiques de la fonction VD n'a pas trouvé une différence significative postopératoire du TAPSE ((19,95 mm  $\pm$  2,58) Vs. (18,10 mm  $\pm$  5,44) (p=0.08)), de la FRS ((42,46%  $\pm$  6,46) Vs. (36,63%  $\pm$  8,27) (p=0.18)) et de l'IVA ((3,44 m/s  $\pm$  0,78) Vs. (2,80 m/s  $\pm$  0,59) (p=0.36)) (Tableau 3).

Une baisse significative a été retrouvée pour la SVD ((12.2 cm/s  $\pm$  1,65) Vs. (8,43 cm/s  $\pm$  1,71) (p=0.04)).

Parmi nos patients, la SVD et l'IVA étaient altérées chez dix patients soit 62.5%, la FRS chez six patients soit 37.5% et le TAPSE chez cinq patients soit 31.2%. Uniquement deux patients ont développé une altération de la fonction VD en réunissant les trois critères soit 12.5% des malades opérés.

**Tableau 3 :** Comparaison de la fonction systolique du Ventricule droit en préopératoire et en postopératoire par les paramètres standards

	Moyenne préopératoire	Moyenne Postopératoire	p
Fraction de raccourcissement du VD (FRVD%)	42,46	36,63	0,18
Déplacement systolique de l'anneau tricuspide ou TAPSE (Tricuspid Annuler Plane Systolic Excursion)	19,95	18,10	0,08
Vitesse de l'onde systolique à la paroi latérale de l'anneau tricuspide en Doppler tissulaire (onde SVD)	12,20	8,43	0,04
Accélération iso volumique myocardique (IVA)	3,40	2,80	0,36

### Strain longitudinal postopératoire du VD

Quatorze patients avaient un strain longitudinal global (SLG) altéré et treize patients présentaient une altération du strain longitudinal de la paroi libre du VD. Nous avons noté une baisse significative postopératoire du SLG en comparant aux valeurs préopératoires (-27,97%  $\pm$  0,95 Vs. -14,06 %  $\pm$  3,98 p<0.001) et celui de la paroi libre du VD (-28,31%  $\pm$  1,66 Vs. -13,64%  $\pm$  5,87 p<0.001) (Tableau 4). Quatre patients avaient une fonction VD correcte en postopératoire en réunissant les 3 critères soit 8.1%, parmi eux deux avaient un strain de la paroi libre du VD altéré.

### Corrélation entre les paramètres échographiques standards et le strain longitudinal du ventricule droit en postopératoire

L'étude de corrélation entre paramètres classiques et paramètres de strain longitudinal de la fonction VD a montré une forte corrélation entre le strain longitudinal global du VD et la fraction du raccourcissement de surface du VD (r=0.702). Le TAPSE était fortement

corrélé au strain de la paroi libre du ventricule droit (r=0,727). (Tableau 5).

**Tableau 4 :** Comparaison entre le strain longitudinal préopératoire et postopératoire du Ventricule droit

	Moyenne préopératoire	Moyenne Postopératoire	p
STLBVD	-28,35	-15,20	0,02
STLMVD	-29,00	-14,66	<0,01
STLAVD	-28,60	-12,40	<0,01
STLVD	-28,65	-13,64	<0,01
STSBVD	-27,35	-14,86	<0,01
STSMVD	-28,48	-14,53	<0,01
STSAVD	-27,62	-11,33	0,01
STSVVD	-27,82	-13,41	<0,01
STGVVD	-28,23	-14,06	<0,01

SGVD= strain global du ventricule droit ; SLVD= strain latéral du ventricule droit ; SLAVD= strain latéral apical du ventricule droit ; SLMVD= strain latéral médial du ventricule droit ; SLBVD= strain latéral basal du ventricule droit. SSVD= strain septal du ventricule droit ; SSAVD= strain septal apical du ventricule droit ; SSMVD= strain septal médial du ventricule droit ; SSBVD= strain septal basal du ventricule droit.

**Tableau 5 :** Corrélation entre les paramètres échographiques standards et le strain longitudinal du ventricule droit en postopératoire

		SGVD	SLVD
TAPSE (mm)	r	0,567	0,727
	p	0,087	0,017
SVD (cm/s)	r	0,082	0,62
	p	0,771	0,048
Iva (m/s)	r	-0,255	0,196
	p	0,423	0,542
FRS (%)	r	0,702	0,283
	P	0,029	0,3270

FRVD= fraction de raccourcissement de surface du ventricule droit ; TAPSE = Déplacement systolique de l'anneau tricuspide ; SVD = Vitesse de l'onde systolique à la paroi latérale de l'anneau tricuspide en Doppler tissulaire. SGVD= strain global du ventricule droit ; SLVD= strain latéral du ventricule droit.

### Corrélation entre les paramètres échographiques standards, le strain longitudinal VD en postopératoire et les caractéristiques de la Circulation extracorporelle

Aucune corrélation n'a été trouvée entre les paramètres classiques du VD et la durée de la CEC et la durée du clampage aortique. Par ailleurs, cette baisse du SLG et de la paroi libre du VD a été fortement corrélée négativement à la durée de CEC (r=-0,789 et -0,647 p<0.01) et au temps du clampage aortique (r=-0,766 et -0,689 avec p<0.01). (Tableau 6).

**Tableau 6 :** Corrélation entre les paramètres échographiques standards, le strain longitudinal du ventricule droit en postopératoire et les caractéristiques de la Circulation extracorporelle

		DUREE DE CEC	TEMPS DE CLAMPAGE
		(min)	AORTIQUE (min)
TAPSE (mm)	r	-0,141	-0,181
	p	0,680	0,593
SVD (cm/s)	r	-0,87	-0,62
	p	0,750	0,821
IVA (m/s)	r	0,286	0,140
	p	0,368	0,664
FR (%)	r	-0,197	-0,341
	p	0,500	0,233
SLVD	r	-0,647	-0,689
	p	0,009	0,005
SGVD	r	-0,789	-0,766
	p	0,001	0,001

## DISCUSSION

L'évaluation de la fonction systolique du VD est un élément diagnostique majeur lorsqu'une pathologie du VD est suspectée cependant il est mal explorée et évaluée. L'altération de la fonction VD évaluée en échocardiographie transthoracique par le TAPSE et l'onde S en Doppler tissulaire en post-opératoire de chirurgie cardiaque a été fréquemment décrite mais peu de données sont disponibles en post-opératoire et son étiologie n'est pas consensuelle. Nous avons étudié ces paramètres avec le speckle tracking en pré et en postopératoire d'une chirurgie cardiaque.

### Mesure de l'excursion systolique du plan de l'anneau tricuspide :

Dans notre étude, une diminution du TAPSE en post opératoire a été identifiée comparée aux valeurs en préopératoires sans atteindre le seuil de la significativité (19,95 vs 18,10 mm respectivement,  $p=0,08$ ). Cependant, nous avons pu démontrer une corrélation significative entre la valeur du TAPSE et la valeur du strain de la paroi libre du VD ( $r=0,727$  et  $p=0,017$ ). Selon Rosner et al. (6), 57 patients devant subir un pontage ont bénéficié d'une imagerie par résonance magnétique (IRM) préopératoire à huit et à dix mois postopératoires pour des mesures de volume du VD et une échocardiographie au repos avec évaluation de la géométrie et de la fonction mécanique du VD déterminée par la déformation longitudinale à l'imagerie Doppler tissulaire. L'IRM et l'échocardiographie ont toutes deux révélé une dilatation postopératoire de l'apex du VD, une longueur longitudinale réduite du VD

mais une fraction d'éjection inchangée. La déformation segmentaire ventriculaire droite ( $-20\pm 13\%$  vs  $-29\pm 20\%$  préopératoire,  $p < 0,0001$ ) a été réduite en post opératoire parallèlement au TAPSE ( $1,3\pm 0,3$  cm vs  $2,2\pm 0,4$  cm;  $p < 0,0001$ ).

### Fraction de raccourcissement de surface du ventricule droit :

Dans notre étude, nous avons constaté une baisse non significative de la fraction de raccourcissement de surface du VD en postopératoire. L'étude de corrélation entre paramètres classiques et paramètres de strain longitudinal de la fonction VD a montré une forte corrélation entre le strain longitudinal global du VD et la fraction du raccourcissement de surface du VD ( $r=0.702$ ), ce qui donne à ce paramètre une valeur importante pour prédire une dysfonction VD. La limite majeure de ce paramètre est la variabilité inter observateur. En effet, le VD est une cavité très trabéculée et la connaissance des limites de l'endocarde est très délicate. Il y a un risque de sous-estimation en cas de coupe tronquée du VD et de sur estimation, à cause du mouvement de torsion du ventricule gauche et la forme en croissant du VD. L'image télé diastolique peut être dans un plan différent de l'image télé systolique (4). L'utilisation de contraste et la détection automatique des bords de l'endocarde améliore significativement la qualité de l'image et la valeur diagnostique et rend ce paramètre bien corrélé à la fraction d'éjection isotopique ou réalisée par IRM.

### Vitesse de l'onde systolique à l'anneau tricuspide en Doppler tissulaire :

Dans notre série, l'analyse statistique de nos données post-opératoires confrontées aux données préopératoires a conclu à une baisse significative post-opératoire de la SVD ( $12.2$  cm/s $\pm 1,65$ ) Vs. ( $8,43$  cm/s  $\pm 1,71$ ) ( $p=0.04$ ). L'étude de corrélation n'a pas trouvé de relation entre le strain longitudinal VD et la valeur de SVD. La SVD est assez bien corrélée à la FE mesurée en IRM (7), cependant elle est angle dépendante et n'est pas représentative de la fonction ventriculaire droite globale (4).

### L'accélération iso volumique :

Les courbes de vélocité tissulaire de l'anneau tricuspide comportent en proto-systole un premier pic positif qui précède l'onde S. Ce pic correspond au mouvement de l'anneau pendant la phase de contraction isovolémique, après la fermeture de la tricuspide mais avant l'ouverture de la valve pulmonaire. La pente de ce pic, c'est à dire l'accélération moyenne de l'anneau pendant la phase de contraction iso volumétrique a été validée expérimentalement comme indice de fonction VD qui serait indépendant de la pré charge et de la post charge du VD et qui est bien corrélé à la pente de la courbe

d'élastance (8). L'IVA a également été validée comme un paramètre pronostic dans diverses études (19-21). Dans notre étude, nous n'avons pas noté de baisse significative de ce paramètre en post opératoire.

#### **Strain longitudinal du Ventricule droit :**

Le strain longitudinal VD représente un outil reproductible pour étudier la morphologie et la fonction VD, il permet une évaluation plus fiable et plus complète de la fonction myocardique par rapport au doppler tissulaire qui reste dépendant de l'angle doppler pour des mesures précises, il est fortement corrélé à la fonction contractile étudié par IRM qui reste le gold standard dans l'analyse du VD, par ailleurs il a été démontré une corrélation significative négative entre le strain et les paramètres standards : SVD, FRS et TAPSE. Le strain longitudinal de la paroi latérale VD a été rapporté dans plusieurs études comme ayant une valeur pronostique dans plusieurs pathologies (insuffisance cardiaque, infarctus du myocarde, hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) et amylose) (7).

Dans notre étude, nous avons noté une baisse significative postopératoire du strain longitudinal global ( $-27,97\% \pm 0,95$  Vs.  $-14,06\% \pm 3,98$   $p < 0.001$ ) et celui de la paroi libre du VD ( $-28,31\% \pm 1,66$  Vs.  $-13,64\% \pm 5,87$   $p < 0.001$ ). Ces données concordent bien avec la série de Rosner et al. (6) qui ont conclu à une baisse significative du SLG du VD en postopératoire ( $-20 \pm 13\%$  en postopératoire vs  $-29 \pm 20\%$  en préopératoire,  $p < 0,0001$ ). Dans notre série, une baisse significative du strain de la paroi libre du VD en post-opératoire a été notée chez les patients ayant des paramètres classiques normaux de la fonction VD, ce qui prouve la valeur de ce paramètre à détecter dans le contexte post opératoire une dysfonction VD. Le TAPSE, de même que la FRS sont fortement corrélés au strain latéral VD. Dans ce contexte de post chirurgie cardiaque, une faible corrélation a été notée entre le TAPSE, l'onde SVD et l'IVA d'une part et le strain global du VD. Ceci peut être expliqué par la mauvaise échogénicité des patients en post opératoire, s'agissant de paramètres qui ne sont pas fiables dans ce contexte. Par ailleurs, cette baisse du SLG et de la paroi libre du VD était fortement corrélé négativement au temps de la circulation extracorporelle (CEC) ( $r = -0,789$  et  $-0,647$   $p < 0.01$ ) et au temps du clampage aortique ( $r = -0,766$  et  $-0,689$  avec  $p < 0.01$ ). Sur un plan descriptif, dans les suites immédiates d'une chirurgie cardiaque valvulaire ou de pontage, il existe une altération de la fonction systolique VD longitudinale évaluée par le TAPSE et l'onde SVD (9,10). La réduction du TAPSE, le mouvement septal paradoxal, et les anomalies du remplissage ventriculaire droit sont tous des phénomènes observés après chirurgie à cœur ouvert (11). Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ces altérations, telles que l'ouverture du péricarde, les adhérences péricardiques, la dysfonction

auriculaire droite après la canulation, et une mauvaise protection du VD d'un pontage cardiopulmonaire. (12-14). L'altération post-opératoire de la fonction VD longitudinale semble donc être multifactorielle (15-17). Selon Rösner et al (6), la Fonction VD est réduite en postopératoire et le modèle de remplissage restrictif du VD est compatible avec une dysfonction myocardique potentiellement liée à lésion myocardique péri opératoire. Selon Peyrou et al. (18) une série de 413 patients ayant eu une chirurgie cardiaque, la FRS et la SVD étaient validés selon les recommandations récentes de l'ASE pour le diagnostic de la dysfonction VD. Cependant ces deux paramètres étaient discordants. Pour cette raison, un seul paramètre ne peut pas être utilisé pour caractériser la fonction VD. Parmi Les autres paramètres utilisés pour évaluer la fonction VD : L'IVA et le SLG qui avaient une bonne valeur diagnostique. Ainsi une approche multiparamétrique pourrait améliorer le diagnostic et la détection d'une dysfonction du VD.

#### **Les limites de l'étude :**

Notre travail comporte des limites représentées essentiellement par le faible échantillon de la population, ce qui peut sous-estimer sur le plan statistique les différences en pré et en postopératoire ainsi que les corrélations entre les paramètres échographiques standards et le strain. Nos résultats n'ont pas été comparés à l'IRM, considérée comme le gold standard pour l'évaluation de la fonction VD. Par ailleurs le 2D strain requiert une image 2D de bonne qualité, de ce fait une qualité d'image médiocre peut influencer la validité des résultats de cette méthode. L'analyse de la fonction globale VD en échographie pendant la période post-opératoire précoce est souvent limitée par une échogénicité médiocre, ce qui était le cas chez nos patients.

## **CONCLUSION**

Notre étude comparant la fonction VD en pré et post-opératoire d'une chirurgie cardiaque a conclu à une baisse significative post-opératoire du strain longitudinal de la paroi libre du VD.

## REFERENCES

1. Ferrazzi P, McGiffin DC, Kirklin JW, Blackstone EH, Bourge RC. Have the results of mitral valve replacement improved? *J Thorac Cardiovasc Surg.* août 1986;92(2):186-97.
2. Fomina IG, Georgadze ZO, Galanina NA, Gaïdamakina NE, Kiniashveva NB. [The role of interventricular septum in kinetics of left and right ventricular contraction in patients with ischemic heart disease and chronic cardiac failure]. *Ter Arkh.* 2006;78(12):19-24.
3. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* déc 2005;18(12):1440-63.
4. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* janv 2015;28(1):1-39.e14.
5. Urheim S, Cauduro S, Frantz R, McGoon M, Belohlavek M, Green T, et al. Relation of tissue displacement and strain to invasively determined right ventricular stroke volume. *Am J Cardiol.* 15 oct 2005;96(8):1173-8.
6. Rösner A, Avenarius D, Malm S, Iqbal A, Schirmer H, Bijmens B, et al. Changes in Right Ventricular Shape and Deformation Following Coronary Artery Bypass Surgery-Insights from Echocardiography with Strain Rate and Magnetic Resonance Imaging. *Echocardiogr Mt Kisco N.* déc 2015;32(12):1809-20.
7. Wang J, Prakasa K, Bomma C, Tandri H, Dalal D, James C, et al. Comparison of novel echocardiographic parameters of right ventricular function with ejection fraction by cardiac magnetic resonance. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* sept 2007;20(9):1058-64.
8. Vogel M. Validation of Myocardial Acceleration During Isovolumic Contraction as a Novel Noninvasive Index of Right Ventricular Contractility: Comparison With Ventricular Pressure-Volume Relations in an Animal Model. *Circulation.* 9 avr 2002;105(14):1693-9.
9. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr.* mai 2004;17(5):443-7.
10. Diller G-P, Wasan BS, Kyriacou A, Patel N, Casula RP, Athanasiou T, et al. Effect of coronary artery bypass surgery on myocardial function as assessed by tissue Doppler echocardiography. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* nov 2008;34(5):995-9.
11. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J.* mars 1984;107(3):526-31.
12. Unsworth B, Casula RP, Kyriacou AA, Yadav H, Chukwuemeka A, Cherian A, et al. The right ventricular annular velocity reduction caused by coronary artery bypass graft surgery occurs at the moment of pericardial incision. *Am Heart J.* févr 2010;159(2):314-22.
13. Joshi SB, Salah AK, Mendoza DD, Goldstein SA, Fuisz AR, Lindsay J. Mechanism of paradoxical ventricular septal motion after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol.* 15 janv 2009;103(2):212-5.
14. Allen BS, Winkelmann JW, Hanafy H, Hartz RS, Bolling KS, Ham J, et al. Retrograde cardioplegia does not adequately perfuse the right ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg.* juin 1995;109(6):1116-24; discussion 1124-1126.
15. Alam M, Hedman A, Nordlander R, Samad B. Right ventricular function before and after an uncomplicated coronary artery bypass graft as assessed by pulsed wave Doppler tissue imaging of the tricuspid annulus. *Am Heart J.* sept 2003;146(3):520-6.
16. Denault AY, Couture P, Beaulieu Y, Haddad F, Deschamps A, Nozza A, et al. Right Ventricular Depression After Cardiopulmonary Bypass for Valvular Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* août 2015;29(4):836-44.
17. Maffessanti F, Gripari P, Tamborini G, Muratori M, Fusini L, Alamanni F, et al. Evaluation of right ventricular systolic function after mitral valve repair: a two-dimensional Doppler, speckle-tracking, and three-dimensional echocardiographic study. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* juill 2012;25(7):701-8.
18. Peyrou J, Parsai C, Chauvel C, Simon M, Dehant P, Abergel E. Echocardiographic assessment of right ventricular systolic function in a population of unselected patients before cardiac surgery: a multiparametric approach is necessary. *Arch Cardiovasc Dis.* oct 2014;107(10):529-39.
19. Toyono M, Harada K, Tamura M, Yamamoto F, Takada G. Myocardial acceleration during isovolumic contraction as a new index of right ventricular contractile function and its relation to pulmonary regurgitation in patients after repair of tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr.* avr 2004;17(4):332-7.
20. Tugcu A, Guzel D, Yildirimturk O, Aytekin S. Evaluation of Right Ventricular Systolic and Diastolic Function in Patients with Newly Diagnosed Obstructive Sleep Apnea Syndrome without Hypertension. *Cardiology.* 19 janv 2009;113(3):184-92.
21. Tayyareci Y, Nisanci Y, Umman B, Oncul A, Yurdakul S, Altun I, et al. Early detection of right ventricular systolic dysfunction by using myocardial acceleration during isovolumic contraction in patients with mitral stenosis. *Eur J Echocardiogr J Work Group Echocardiogr Eur Soc Cardiol.* juill 2008;9(4):516-21.