

Fiabilité des dernières recommandations pour l'estimation des pressions de remplissage du ventricule gauche : Etude comparative avec le cathétérisme cardiaque gauche.

Reliability of the latest recommendations for estimating left ventricular filling pressures: Comparative study with left cardiac catheterization.

Hedi Ben Slima, Wassim Dali, Yosra Kilani, Ali Ben Khalfallah

Service des Maladies Cardio-Vasculaires, Hôpital Régional Menzel Bourguiba, Tunisie
Université de Manar, Faculté de Médecine de Tunis.

Résumé

Introduction : Les recommandations actuelles des sociétés savantes en échocardiographie concernant l'estimation des pressions de remplissage ventriculaires gauches se sont basées sur un consensus d'experts et ne sont pas encore validées.

Objectif : A travers ce travail, nous avons essayé d'évaluer la fiabilité du dernier algorithme décisionnel en comparaison avec le cathétérisme cardiaque gauche et de comparer cette fiabilité de ce dernier à celle des algorithmes publiés en 2009.

Méthodes : Notre étude a inclus 100 patients adultes recrutés au niveau du service de Cardiologie de l'hôpital de Menzel Bourguiba et programmés pour une coronarographie pour la période entre Décembre 2017 et Mai 2018. Une estimation des pressions de remplissage par échocardiographie transthoracique et par cathétérisme cardiaque a été réalisée le même jour.

Résultats : L'âge moyen était de 62,79 ans \pm 10,35 avec une prédominance masculine (sex ratio à 3,34). La majorité des patients était coronarienne (66%). La Fraction d'éjection moyenne était de 53% \pm 13. L'utilisation du dernier algorithme a permis d'identifier 51 patients avec des pressions élevées, 46 avec des pressions normales et trois avec des pressions indéterminées. En utilisant les algorithmes de 2009, 45 patients avaient des pressions élevées, 51 avaient des pressions normales et quatre avaient des pressions indéterminées. L'algorithme de 2016 était supérieur à ceux de 2009 en comparaison avec l'estimation invasive. Sa sensibilité et spécificité étaient à 70,14% et à 86,66% avec une précision à 75,25% versus 62,21%, 86,66% et 69,79% respectivement pour ceux de 2009. L'analyse, en cas de fonction systolique préservée, a montré une baisse des résultats des algorithmes de 2009 alors que celui de 2016 était fiable. Concernant les paramètres échographiques, une large variabilité des corrélations avec les pressions invasives a été notée. Le rapport E/e' avait le coefficient de corrélation le plus élevé ($r=0,47$) alors qu'aucune corrélation n'a été trouvée pour la vitesse maximale du jet systolique de l'insuffisance tricuspide.

Conclusion : de par sa simplicité, le dernier arbre décisionnel paraît, non seulement fiable dans l'estimation des pressions de remplissage ventriculaires gauches, mais aussi plus performant que ceux de 2009.

Summary

Background : The current recommendations regarding the estimation of left ventricular filling pressures are based on expert consensus and have not been validated.

Aim: Through this work, we tried to evaluate the reliability of the actual algorithm in comparison with the left cardiac catheterization and to compare the performances of the latter with those of the algorithms published in 2009.

Methods : We enrolled 100 adult patients recruited at the Cardiology department of Menzel Bourguiba hospital and scheduled for coronary angiography for the period between December 2017 and May 2018. An estimation of filling pressures by transthoracic echocardiography and cardiac catheterization on the same day was performed.

Results : The mean age of our patients was 62,79 years \pm 10,35 with a male predominance (sex ratio at 3.34). The majority had coronary artery disease (66%). The mean ejection fraction was 53% \pm 13. Using the actual algorithm; we identified 51 patients with elevated filling pressures, 46 with normal pressures and three with indeterminate pressures. Using the 2009 algorithms, 45 patients had elevated filling pressures, 51 had normal pressures and four had indeterminate pressures. The 2016 algorithm was superior to those published in 2009 compared to the invasive estimate. In fact, its sensitivity and specificity were 70,14 % and 86,66% with an accuracy of 75,25% versus 62,21%, 86,66% and 69,79% respectively for the 2009 algorithms. Analysis, in case of preserved systolic function, showed a great decrease in the results of the 2009 algorithms while the 2016 algorithm remained valid. Regarding echographic parameters, a wide variability of correlations with invasive pressures was noted. The E/e' ratio had the highest coefficient value ($r = 0.47$) whereas no correlation was found for the tricuspid regurgitation jet velocity.

Conclusion : In addition to its simplicity, the actual decision tree for estimating left ventricular filling pressures seems reliable and more efficient than the previous one.

Mots-clés

Pressions de remplissage, ventricule gauche, échocardiographie, cathétérisme cardiaque.

Keywords

Filling pressures, left ventricle, echocardiography, cardiac catheterization

Correspondance

Hédi Ben Slima. Service des Maladies Cardio-Vasculaires. Hôpital Régional Menzel Bourguiba, 7050- TUNISIE
E-mail :drben Slima.hedi@yahoo.fr

INTRODUCTION

L'évaluation des pressions de remplissage du ventricule gauche (PRVG) est une étape importante pour la prise en charge des patients atteints d'insuffisance cardiaque (IC) congestive [1,2]. Bien que les méthodes invasives soient considérées comme «gold standard», l'échocardiographie est couramment utilisée comme alternative non invasive.

Les recommandations conjointes de l'American Society of Echocardiography (ASE) et de l'European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), publiées pour la première fois en 2009, étaient destinées à fournir une méthode d'évaluation uniforme chez les adultes [3]. Cependant, les performances de celles-ci étaient modestes en raison de leur complexité.

En conséquence, un nouveau algorithme a été publié en 2016 jugé pratique et simplifié mais qui est basé sur un consensus d'experts et n'a pas été validé d'une manière systématique contre une technique de référence invasive [4].

MÉTHODES

Nous avons réalisé une étude évaluative transversale monocentrique menée sur une période de 06 mois (Décembre 2017-Mai 2018) et comportant essentiellement 2 volets : échocardiographique et hémodynamique. Elle a été menée au service de Cardiologie de l'hôpital régional de Menzel Bourguiba et a été portée sur 100 patients adultes programmés pour une coronarographie. Ces patients ont eu une estimation des PRVG par échographie-Doppler cardiaque transthoracique (ETT) et par cathétérisme cardiaque gauche durant la même journée. Nous n'avons inclus que les sujets chez qui l'analyse échographique a permis d'appliquer les algorithmes décisionnels d'estimation des PRVG en évitant les situations particulières citées par l'ASE et l'EACVI [4]. Certains critères ont été d'ordre éthique et/ou pratique :

- La présence de signes cliniques d'état de choc dans les 24 heures précédant la réalisation des deux examens.
- La présence de signes cliniques d'insuffisance cardiaque (IC) aigue gauche le jour des deux examens.
- Tout syndrome coronarien aigu nécessitant une angioplastie en urgence.
- Une différence au niveau de la pression artérielle (PA) systolique et/ou diastolique ≥ 20 mm Hg ou au niveau de la fréquence cardiaque (FC) ≥ 20 battements/mn entre les 2 examens.

L'examen clinique a servi à colliger les données concernant l'identité, l'âge, le sexe, l'anthropométrie et les facteurs de risque cardiovasculaire. Nous avons mesuré la FC et la PA avant chacune des 2 techniques.

Etude échocardiographique :

Tous les patients ont bénéficié d'un examen échocardiographique-Doppler à l'aide d'un échocardiographe *Vivid E9* muni d'une sonde matricielle M5S et réalisé par un seul opérateur qualifié.

Toutes les mesures ont été faites selon les recommandations de l'ASE à savoir les dimensions du ventricule gauche (VG), la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG), l'étude du flux trans-mitral [vélocités maximales de l'onde E (E) et de l'onde A (A) et le temps de relaxation isovolumétrique (TRIV) mitral], l'étude du flux veineux pulmonaire (FVP) avec le rapport S/D, le volume maximal de l'oreillette gauche (VOG), l'étude Doppler-pulsé tissulaire à l'anneau mitral (vélocité maximale de l'onde e' moyenne), La vitesse de propagation du flux mitral (Vp) et la vitesse maximale du jet systolique de l'insuffisance tricuspide (Vmax d'IT) avec calcul de la pression artérielle pulmonaire systolique (PAPS) [4,5]. Les indices combinés ont été mesurés à savoir E/A, E/e', E/Vp et TRIV/T(E-e').

Une fonction systolique conservée a été définie lorsque la FEVG est $\geq 50\%$ et altérée lorsque la FEVG est $< 50\%$ [6]. Suivant les indices échographiques mesurés ci-dessus, les PRVG non invasives ont été estimées en appliquant l'algorithme décisionnel publié en 2016 (figures 1 et 2). Chez les patients avec une FEVG conservée et sans atteinte myocardique sous-jacente (coronaropathie et hypertrophie ventriculaire gauche), l'analyse de la fonction diastolique a été la première étape. Pour ceux d'entre eux ayant une dysfonction diastolique (DD), l'estimation des PRVG a été faite en utilisant l'algorithme commun.

En appliquant les algorithmes de 2009 et à cause de l'existence de deux diagrammes distincts selon la FEVG, le diagramme approprié a été utilisé pour chaque cas correspondant (figures 3 et 4).

Selon les paramètres étudiés et cités ci-dessus, la détermination a été faite sur la base du bras de l'algorithme qui avait le plus de paramètres répondant aux critères. Lorsque le nombre était similaire dans deux bras suggérant simultanément des PRVG normales et élevées, ces cas ont été classés comme indéterminés.

Etude hémodynamique :

La voie d'accès a été soit radiale ou fémorale. L'enregistrement de la PA a été fait au niveau de la crosse aortique comme étant la première partie de l'examen. L'évaluation des PRVG a été faite avant la coronarographie (avant l'injection de tout produit de contraste). Un cathéter 5 French de type « Pigtail » a été placé au niveau de la chambre du ventricule gauche et les PRVG ont été mesurées à la fin de l'expiration, enregistrées et moyennées pour 3 cycles cardiaques consécutifs. Ces mesures ont été faites en déterminant la pression télédiastolique (PTDVG) définie par la pression du VG en diastole juste avant le début de la

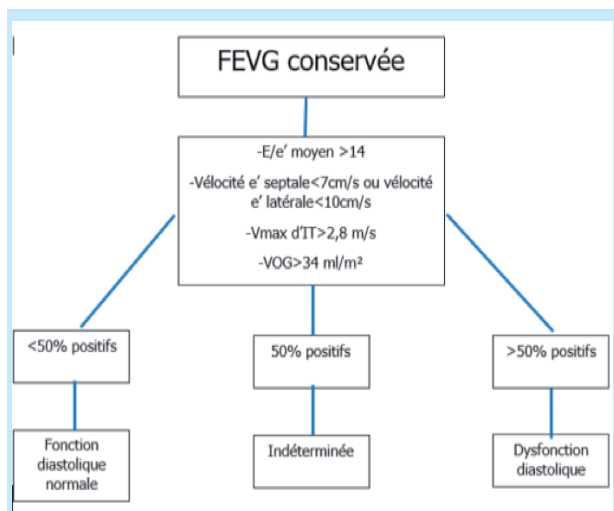


Figure 1 : Algorithme décisionnel de 2016 pour l'estimation des PRVG.

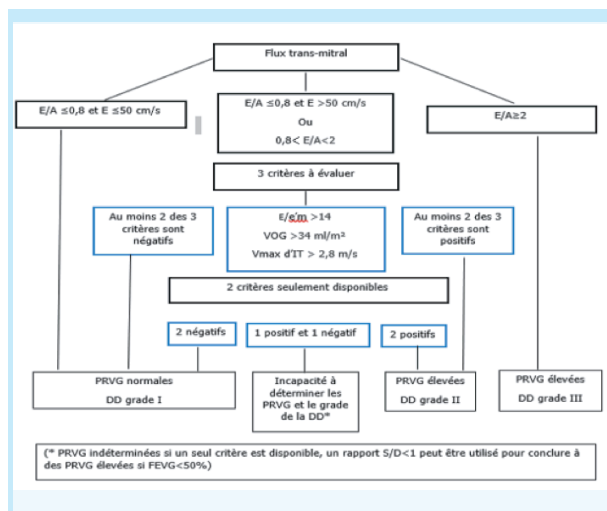


Figure 2 : Algorithme décisionnel de 2016 pour l'évaluation de la fonction diastolique du VG en cas de FEVG conservée et sans atteinte myocardique.

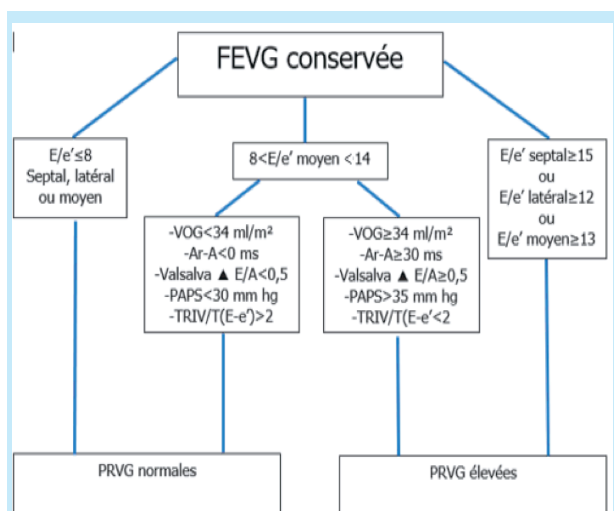


Figure 3 : Algorithme décisionnel de 2009 pour l'estimation des PRVG en cas de FEVG conservée.

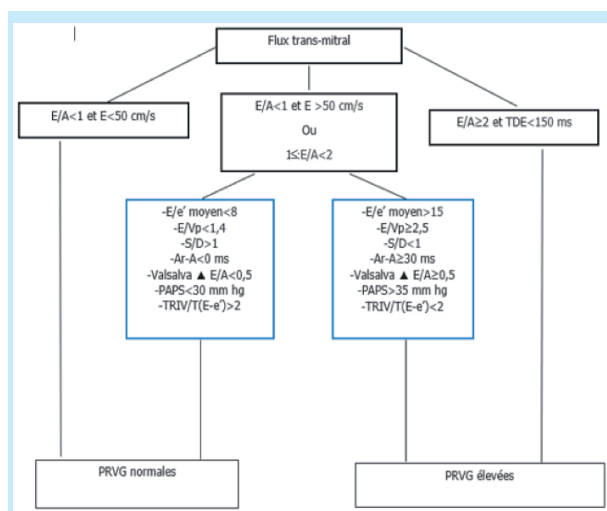


Figure 4 : Algorithme décisionnel de 2009 pour l'estimation des PRVG en cas de FEVG altérée.

systole (au niveau du sommet de l'onde Q du complexe QRS) (figure 5) [4].

Les PRVG sont dites élevées si la PTVDG est $>16 \text{ mm hg}$ [7]. Les mesures ont été faites par un seul opérateur qualifié différent de celui ayant effectué l'échocardiographie et sans connaissance des données échographiques.

Les données ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics 22.

Les liaisons entre 2 variables quantitatives ont été étudiées par le coefficient de corrélation (r) de Pearson. Une corrélation est jugée forte si $r \geq 0,5$; moyenne si $0,3 \geq r < 0,5$ et faible si $r < 0,3$. Dans tous les tests statistiques, le seuil de signification a été fixé à 0,05.

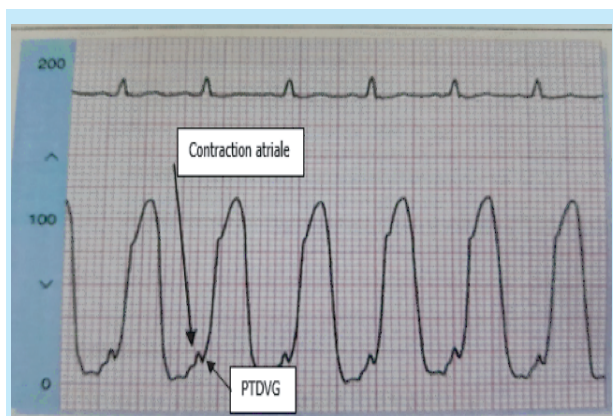


Figure 5: Courbe des pressions au niveau du ventricule gauche au cours de la diastole et de la systole.

RÉSULTATS

Les caractéristiques cliniques :

L'âge moyen était de 62,79 ans \pm 10,35 avec des extrêmes de 32 à 88 ans. Une prédominance masculine nette était notée avec un sexe ratio de 3,34.

L'étude a révélé que 66% des patients étaient coronariens, 16% étaient étiquetés « cœur sain », 11% avaient une cardiopathie hypertensive et seulement 7% avaient une cardiomyopathie dilatée à priori primitive.

Les caractéristiques échocardiographiques :

La FEVG moyenne était de 53% \pm 13. Une fonction systolique altérée du VG était retrouvée chez 35% des patients parmi lesquels 13 avaient une FEVG <35%.

L'étude a montré que 26 patients avaient une hypertrophie ventriculaire gauche, 13 patients avaient une hypertrophie-dilatation ventriculaire et sept avaient un remodelage concentrique.

La mesure de la Vmax d'IT n'a pu être réalisée que chez 64% des patients vu l'absence d'une insuffisance tricuspide (IT).

Les valeurs moyennes des différents paramètres sont mentionnées dans le tableau I.

L'application du dernier algorithme décisionnel a classé 51 patients comme ayant des pressions élevées, 46 comme ayant des pressions normales et trois comme ayant des pressions indéterminées.

En appliquant les algorithmes de 2009, 45 sujets avaient des pressions non invasives élevées, 51 avaient des pressions normales et quatre avaient des pressions de remplissage indéterminées.

Les caractéristiques hémodynamiques :

Le délai moyen entre l'ETT et le cathétérisme cardiaque gauche était de 6 heures \pm 2 avec des extrêmes allant de 2 heures à 12 heures.

L'étude a montré que 69% des patients avaient une PTDVG élevée avec une moyenne de 23,13 \pm 9,68 mm Hg.

Tableau 1 : Caractéristiques échocardiographiques de la population globale.

Paramètre	Population globale	FEVG<50%(FEVG \geq 50%	p
		n=35)	(n=65)	
DTD (mm)	48,23 \pm 5,05	61,39 \pm 14,07	41,79 \pm 19,07	0,02
DTS (mm)	27,29 \pm 10,39	38,03 \pm 16	23,51 \pm 9,33	0,01
VTD (ml/m ²)	62 \pm 21,3	88,45 \pm 12,37	54,11 \pm 16,03	<0,001
VTS (ml/m ²)	26,33 \pm 12,89	44,31 \pm 15,07	19,79 \pm 8,79	<0,001
MVG (g/m ²)	94,58 \pm 17,79	91,66 \pm 17,09	65 \pm 19,09	0,22
E (cm/s)	78,93 \pm 27,02	88,48 \pm 31,37	65 \pm 18,09	0,15
E/A	1,2 \pm 0,58	1,55 \pm 0,54	1,02 \pm 0,33	0,004
E/e'	11,87 \pm 5,22	16,4 \pm 6,29	9,96 \pm 3,25	<0,001
VOG (ml/m ²)	36,24 \pm 16,04	43,09 \pm 21,46	30 \pm 8,27	<0,001
Vmax d'IT (m/s)	2,51 \pm 0,52	2,77 \pm 0,51	2,37 \pm 0,46	0,003
S/D	1,37 \pm 0,22	1,02 \pm 0,41	1,68 \pm 0,58	0,002
E/Vp	1,73 \pm 0,87	2,21 \pm 0,97	1,51 \pm 0,73	0,002
TRIV (ms)	100,14 \pm 25,46	91,58 \pm 23,14	104 \pm 25,65	0,21
TRIV/(E-e')	3,5 \pm 1,43	3,7 \pm 1,56	3,4 \pm 1,71	0,18

DTD : Diamètre télédiastolique, DTS : Diamètre télésystolique, MVG : Masse ventriculaire gauche, VTD : volume télédiastolique, VTS : volume télésystolique.

Corrélation des indices échocardiographiques avec les pressions invasives :

Le rapport E/e' était le seul paramètre ayant une corrélation avec les pressions invasives indépendamment de la fonction systolique du VG. Cette corrélation était la plus forte. Par contre, aucune corrélation n'a été trouvée pour la Vmax d'IT. Les différentes corrélations ont été représentées dans le tableau II.

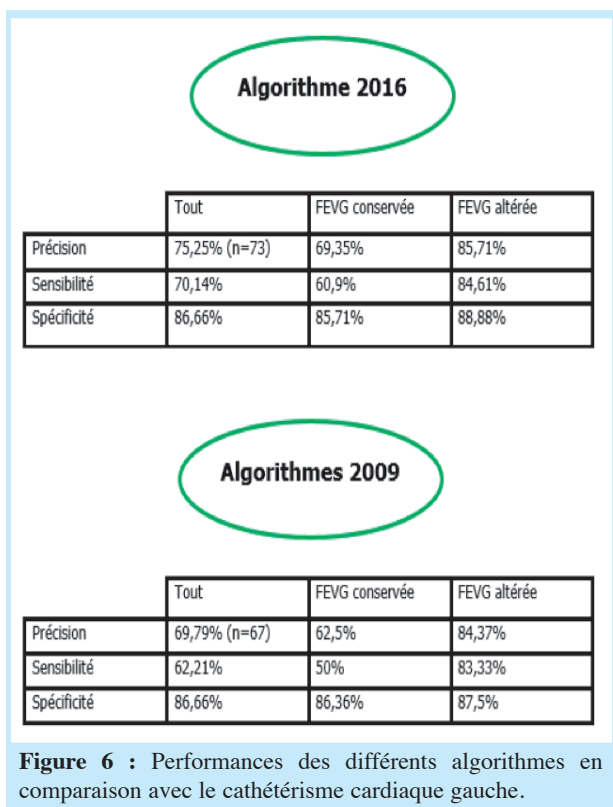
Les performances des différents algorithmes en comparaison avec le cathétérisme cardiaque ont été représentées dans la figure 6.

En cas de FEVG conservée et en utilisant le dernier algorithme, ceux ayant une atteinte myocardique sous-jacente représentaient 75,38% (n=49) de l'échantillon total et l'estimation échocardiographique des PRVG était correcte dans 59,18% des cas (n=29).

L'estimation échocardiographique des PRVG chez les patients ayant une atteinte myocardique sous-jacente, en utilisant les algorithmes de 2009 était correcte dans seulement 32,65% des cas.

Tableau 2 : Corrélation des indices échographiques avec les PRVG invasives.

Indice	Population globale		FEVG<50%		FEVG≥50%	
	r	p	r	p	r	p
E (cm/s)	0,26	0,009	0,5	0,01	-0,05	0,67
E/A	0,21	0,03	0,38	0,04	-0,18	0,14
E/e'	0,47	<0,001	0,7	<0,001	0,31	0,03
Vmax IT (m/s)	0,11	0,36	0,22	0,29	-0,21	0,17
VOG (ml/m ²)	0,26	0,008	0,38	0,02	0,002	0,989
S/D			-0,34	0,02		



DISCUSSION

L'étude du flux trans-mitral, du Doppler tissulaire, de la Vmax d'IT et du VOG représentent la pierre angulaire de l'évaluation de la fonction diastolique du VG [4]. Cependant, comme démontré dans la littérature, le fait que ces divers paramètres sont soumis à des limitations fondamentales et reflètent différents aspects physiologiques de la diastole a conduit à une ambiguïté dans le diagnostic de la dysfonction diastolique du VG [3,4]. Se sont ajoutées à tout ceci, les corrélations individuelles modestes de ces paramètres avec les PRVG invasives [3,8-20].

La reconnaissance de cette lacune a conduit à une première tentative par l'ASE et l'EACVI en 2009 pour combiner ces paramètres dans une série d'algorithmes puis d'une deuxième en 2016 [3,4].

Les principaux changements dans les recommandations de 2016 ont été :

- La démarche diagnostique a utilisé seulement les 4 paramètres échographiques clés suscités. Ce nouveau concept repose sur le fait que ces indices seuls peuvent fournir une estimation aussi précise des PRVG que les recommandations précédentes mais avec une approche beaucoup plus simple.

- L'objectif principal de l'étude de la fonction diastolique du VG a été de déterminer si les PRVG sont élevées ou non. La détermination du degré de la dysfonction diastolique a été fondée aussi sur l'estimation de ces pressions.

- Un seul arbre décisionnel a été conçu pour l'estimation des PRVG indépendamment de la FEVG.

- Les termes « fonction diastolique indéterminée » ou « PRVG indéterminées », qui ont été vus autrefois comme aberrants ou traduisant l'échec de l'opérateur, font partie intégrante de ce dernier algorithme et imposent la nécessité d'utiliser d'autres techniques.

- Aucune conclusion ne peut être déduite à partir des valeurs d'un seul paramètre échographique.

A travers notre étude, cet algorithme paraît fiable dans l'évaluation des PRVG indépendamment de la FEVG (précision=75,25%, sensibilité=70,14% et spécificité=86,66%) et supérieur à ceux de 2009 (précision=69,79%, sensibilité=62,21% et spécificité=86,66%).

Dans la littérature, la validité de l'algorithme de 2016 en comparaison avec les pressions invasives, établi à la base sur un consensus d'experts, a été étudiée dans seulement 4 études [8-10,21]. Parmi celles-ci, deux études randomisées multicentriques méritent d'être mentionnées : l'étude EURO-FILLING et celle réalisée par Andersen *et al.* La première a inclus 159 patients parmi lesquels 25% avaient une FEVG altérée. La deuxième a inclus 450 patients parmi lesquels 46,44% avaient une FEVG altérée [8,21].

Balaney *et al* ont publié en 2018 une étude intéressante incluant 90 patients (37,77% avec une FEVG altérée) mais de caractère monocentrique [9]. Une autre étude publiée en 2017 a inclus un large nombre de patients (460 patients) mais elle a été monocentrique et rétrospective [10].

Toutes ces séries ont confirmé la fiabilité et la validité de l'arbre décisionnel de 2016 dans l'estimation des PRVG mais aussi sa supériorité par rapport aux recommandations de 2009.

L'étude faite par Andersen *et al* renferme plusieurs points forts malgré qu'elle n'ait pas directement comparé les résultats en fonction des algorithmes. En addition à son caractère multicentrique et sa taille d'échantillon large, les patients inclus avaient un large

spectre de cardiopathies sous-jacentes avec une répartition à peu près équitable selon la FEVG.

La fiabilité de l'échocardiographie en utilisant les dernières recommandations était élevée avec une précision à 87%, une sensibilité à 87% et une spécificité à 88%. Les VPP et VPN étaient respectivement à 91% et 83%. Cette fiabilité était aussi élevée en cas de FEVG conservée (précision à 84%) ou même en cas FEVG très altérée <35% [21].

Les résultats de la série de Balaney *et al* se rapprochent de nos résultats. La précision, en appliquant l'arbre de 2016, était à 75% avec une sensibilité et une spécificité respectivement à 69% et à 81%. Les valeurs prédictives positives et négatives (VPP et VPN) étaient respectivement à 0,77 et 0,74 et seulement 9 patients étaient classés comme ayant « des pressions indéterminées ».

Contrairement à nos résultats, la précision selon la présence ou non d'une dysfonction systolique était toujours élevée et presque identique (72% en cas de FEVG<50% vs 76% en cas de FEVG≥50%). En addition, l'utilisation des algorithmes décisionnels de 2009 a fourni des résultats comparables à ceux pour l'algorithme de 2016 (précision=74%, sensibilité=79%, spécificité=70%, VPP=0,69 et VPN=0,85). Contrairement à nos résultats, les algorithmes de 2009 étaient fiables en cas de FEVG conservée avec une précision à 74% [9]. Les conclusions tirées depuis notre étude reflètent celles de l'étude EURO-FILLING. En effet, Lancellotti *et al* ont confirmé la fiabilité des dernières recommandations avec une sensibilité à 75% et une spécificité à 74%. Les performances des algorithmes de 2009 étaient nettement inférieures avec une sensibilité seulement à 43% et une spécificité à 75%. La proportion très élevée de malades avec une FEVG≥50% inclus dans cette étude ne pouvait que renforcer les théories concernant le rendement limité des algorithmes de 2009 dans l'estimation des PRVG chez les sujets avec une fonction systolique préservée [8].

Bien que les résultats de cette série puissent être discutés et contestés à cause du nombre réduit des paramètres utilisés dans les arbres décisionnels de 2009, notre étude échographique a inclus des indices supplémentaires, à savoir les rapports E/Vp et TRIV/(E-e'), et nos résultats rejoignent celles de Lancellotti *et al*.

Une des raisons pouvant expliquer la supériorité des recommandations de 2016 est l'approche différente d'évaluation de la fonction diastolique et des pressions de remplissage chez les sujets avec une FEVG préservée. En effet, la synthèse des résultats de plusieurs paramètres avant toute conclusion permet de pallier aux fiabilités individuelles modestes de ces indices, détaillées auparavant. Or dans les algorithmes de 2009, le rapport E/e' est utilisé comme unique indice dans la première étape d'estimation des PRVG chez cette population [3,4].

L'insuffisance coronaire et la cardiopathie hypertensive s'associent quasi-surement à une dysfonction diastolique (DD) et ces patients sont donc très susceptibles d'avoir des PRVG élevées [19,20,22 23]. Ces patients sont classés dans ces dernières recommandations, par défaut, comme ayant une DD au moins grade I et l'approche multiparamétrique plus rigoureuse est utilisée pour évaluer les pressions de remplissage contrairement aux recommandations de 2009.

Dans notre étude, l'estimation échographique des PRVG selon l'algorithme de 2016 chez ce genre de patients était correcte dans 59,18% des cas alors qu'elle était seulement à 38,65% en appliquant les algorithmes de 2009.

Cependant, certaines limites peuvent être dégagées. Le pourcentage non négligeable de patients classés ayant « des pressions indéterminées », certes influencé par l'acquisition réduite d'une IT variante entre 39% et 60% dans certaines séries, impose parfois le recours à d'autres paramètres échographiques en cas de doute [8,9].

Notre travail renferme plusieurs points forts. L'estimation des PRVG invasive et échographique a été faite le même jour avec un délai court entre les 2 examens. Cependant, nous déclarons quelques limites dont les plus importants sont la taille réduite de notre échantillon et le caractère monocentrique de l'étude.

CONCLUSION

L'analyse multiparamétrique à chaque étape décisionnelle, la simplicité en utilisant seulement les paramètres clés et l'application d'un seul algorithme indépendamment de la FEVG représentent les points forts du dernier algorithme décisionnel pour l'estimation des PRVG.

Cependant, le pourcentage non négligeable de patients classés comme ayant des « pressions indéterminées » ainsi que la faisabilité parfois très réduite de la vitesse maximale de l'IT représentent les principaux inconvénients. L'utilisation des nouveaux indices basés sur la technique de « Speckle Tracking Echocardiography » pourrait pallier à ces lacunes.

Conflits d'intérêt : Aucun.

REFERENCES

- Mohan RC, Heywood JT, Small RS. Remote Monitoring in Heart Failure: The Current State. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2017;19(3).
- Hauptman PJ. Disease Modification in Acute Decompensated Heart Failure. *N Engl J Med*. 2017;376(20):1987-8.
- Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(2):107-33.
- Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(4):277-314.
- 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*. 2015;28(1):1-39.e14.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2016;37(27):2129-200.
- Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachskampf FA, Rademakers FE, et al. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28(20):2539-50.
- Lancellotti P, Galderisi M, Edvardsen T, Donal E, Goliash G, Cardim N, et al. Echo-Doppler estimation of left ventricular filling pressure: results of the multicentre EACVI Euro-Filling study. *Eur Heart J Cardiovascular Imaging*. 2017;18(9):961-8.
- Balaney B, Medvedofsky D, Mediratta A, Singh A, Cizek B, Kruse E, et al. Invasive validation of the echocardiographic assessment of left ventricular filling pressures using the 2016 diastolic guidelines: head-to-head comparison with the 2009 guidelines. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018;31(1):79-88.
- Sato K, Grant ADM, Negishi K, Cremer PC, Negishi T, Kumar A, et al. Reliability of updated left ventricular diastolic function recommendations in predicting elevated left ventricular filling pressure and prognosis. *Am Heart J*. 2017;189:28-39.
- Ommen SR, Nishimura R, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation*. 2000;102(15):1788-1794.
- Kim YJ, Sohn DW. Mitral annulus velocity in the estimation of left ventricular filling pressure: Prospective study in 200 patients. *J Am Soc Echocardiogr*. 2000;13(11):980-5.
- Nagueh SF, Mikati I, Kopelen HA, Middleton KJ, Quinones MA, Zoghbi WA. Doppler Estimation of Left Ventricular Filling Pressure in Sinus Tachycardia : A New Application of Tissue Doppler Imaging. *Circulation*. 1998;98(16):1644-50.
- Rivas-Gotz C, Manolios M, Thohan V, Nagueh SF. Impact of left ventricular ejection fraction on estimation of left ventricular filling pressures using tissue Doppler and flow propagation velocity. *Am J Cardiol*. 2003;91(6):780-4.
- Yamamoto K, Nishimura RA, Chaliki HP, Appleton CP, Holmes DR, Redfield MM. Determination of left ventricular filling pressure by doppler echocardiography in patients with coronary artery disease: critical role of left ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30(7):1819-26.
- Estep JD, Vivo RP, Krim SR, Cordero-Reyes AM, Elias B, Loebe M, et al. Echocardiographic evaluation of hemodynamics in patients with systolic heart failure supported by a continuous-flow LVAD. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(12):1231-41.
- Dokainish H, Nguyen JS, Bobek J, Goswami R, Lakkis NM. Assessment of the American Society of Echocardiography-European Association of Echocardiography guidelines for diastolic function in patients with depressed ejection fraction: an echocardiographic and invasive haemodynamic study. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12(11):857-64.
- Nagueh SF, Bhatt R, Vivo RP, Krim SR, Sarvari SI, Russell K, et al. Echocardiographic Evaluation of Hemodynamics in Patients With Decompensated Systolic Heart Failure. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4(3):220-7.
- Mullens W, Borowski AG, Curtin RJ, Thomas JD, Tang WH. Tissue Doppler Imaging in the estimation of intracardiac filling pressure in decompensated patients with advanced systolic heart failure. *Circulation*. 2009;119(1):62-70.
- Sharifov OF, Schiros CG, Aban I, Denney TS, Gupta H. Diagnostic accuracy of tissue doppler index e/e' for evaluating left ventricular filling pressure and diastolic dysfunction/heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016;5(1):e002530.
- Andersen OS, Smiseth OA, Dokainish H, Abudiab MM, Schutt RC, Kumar A, et al. estimating left ventricular filling pressure by echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(15):1937-48.
- Said K, Shehata A, Ashour Z, El-Tobgi S. Value of conventional and tissue Doppler echocardiography in the estimation of left ventricular filling pressure. *Egyptian Heart J*. 2012;64(2):69-74.
- Temporelli PL, Scapellato F, Eleuteri E, Imparato A, Giannuzzi P. Doppler echocardiography in advanced systolic heart failure: a noninvasive alternative to swan-ganz catheter. *Circ Heart Fail*. 2010;3(3):387-94.