

Hypertension pulmonaire d'origine cardiaque gauche : critères échocardiographiques

RÉSUMÉ : L'hypertension pulmonaire d'origine cardiaque gauche représente la cause la plus fréquente d'hypertension pulmonaire et constitue un facteur de mauvais pronostic. Le cathétérisme cardiaque est l'examen de référence. Il permet de diagnostiquer une hypertension pulmonaire et de faire la différence entre une hypertension pulmonaire post-capillaire (groupe 2) et une hypertension pulmonaire pré-capillaire (groupes 1, 3, 4, 5).

L'échocardiographie garde malgré tout un rôle fondamental dans le dépistage de l'hypertension pulmonaire en permettant de définir une probabilité d'hypertension pulmonaire faible, intermédiaire ou élevée. Elle apporte également des arguments étiologiques puissants et utiles pour classer le patient dans le groupe des hypertensions pulmonaires post-capillaires ou dans celui des hypertensions pulmonaires pré-capillaires, arguments prenant toute leur importance quand l'interprétation des résultats du cathétérisme est difficile.



→ Y. JOBIC¹, F. LE VEN¹, R. DIDIER¹,
C. JOUSSE¹, M.-C. POULIQUEN¹,
C. TROMEUR², C. GUT-GOBER²,
Y. ÉTIENNE¹

¹ Département de Cardiologie,
CHU de la Cavale Blanche, BREST.

² Département de Pneumologie,
CHU de la Cavale Blanche, BREST.

L'hypertension pulmonaire des cardiopathies gauches (HTP-CG) est la cause la plus fréquente d'hypertension pulmonaire (HTP), et représente entre 65 et 80 % des cas d'HTP [1]. Les HTP-CG forment le groupe 2 de la classification des HTP. Dans ce groupe, 4 étiologies principales peuvent être retenues [2] :

- l'insuffisance cardiaque à fonction systolique altérée, représentée essentiellement par les cardiomyopathies dilatées d'origine ischémique et non ischémique ;
- l'insuffisance cardiaque à fonction systolique préservée (IC-FSP) ;
- les valvulopathies gauches ;
- certaines cardiopathies congénitales intéressant le ventricule gauche ou la voie d'éjection aortique.

Les HTP du groupe 2 sont dues à une augmentation passive de la pression vasculaire pulmonaire. Le mécanisme intime responsable de cette HTP d'ori-

gine cardiaque gauche fait intervenir un remodelage interstitiel et endothélial ayant pour finalité de stabiliser la barrière endothéliale, et ainsi de procurer une résistance à l'œdème pulmonaire. Cependant, cette dysfonction endothéliale serait à l'origine d'une vasoconstriction et d'un remodelage artériolaire responsable de l'HTP [3].

Le cathétérisme reste l'examen complémentaire essentiel dans le diagnostic de l'HTP afin de préciser son caractère pré-capillaire, post-capillaire ou combiné. Pour autant, l'échocardiographie garde également un rôle majeur, car elle permet de prédire en amont du cathétérisme la présence d'une HTP, mais aussi de reconnaître facilement les dysfonctions ventriculaires gauches systoliques et les valvulopathies gauches. La situation la plus difficile est représentée par l'HTP due à l'IC-FSP car, dans cette situation, le cathétérisme droit peut être difficile à

REVUES GÉNÉRALES

Échographie

interpréter, et l'échocardiographie, associée aux critères cliniques et aux autres examens complémentaires, peut apporter des arguments forts pour diagnostiquer une HTP du groupe 2.

HTP post-capillaire : définition

La définition de l'HTP est hémodynamique (**tableau I**). Quelle que soit son origine, une HTP est définie par une PAP (pression artérielle pulmonaire) moyenne ≥ 25 mmHg. Selon la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO), l'HTP est dite pré-capillaire si la PAPO est ≤ 15 mmHg et post-capillaire si la PAPO est > 15 mmHg. L'HTP post-capillaire est dite isolée si la différence entre la PAPO et la pression artérielle pulmonaire diastolique (PAPD) est < 7 mmHg et/ou les résistances vasculaires pulmonaires (RVP) ≤ 3 UW (UW : unité Wood), ou combinée (post et pré-capillaire) si la différence entre la PAPO et la PAPD est ≥ 7 mmHg et/ou les RVP > 3 UW [4]. Ces définitions sont très claires mais, en pratique, la mesure de la PAPO n'est pas si simple pour discriminer HTP pré et post-capillaire, en particulier en cas d'IC-FSP. En effet, des difficultés peuvent survenir dans l'obtention des courbes de pression, dans leur lecture en cas de variations respiratoires ou dans l'interprétation de ces dernières en fonction de la volémie [1].

L'échocardiographie permet de prédire la présence d'une HTP

L'estimation de la présence ou non d'une HTP est basée sur la mesure de la vitesse maximale de l'insuffisance tricuspидienne (IT). Cette vitesse de l'IT permet de définir 3 groupes à probabilité faible, intermédiaire ou élevée d'HTP (**tableau II**). Pour mémoire, le calcul de la PAP systolique en utilisant la formule de Bernoulli et en ajoutant la pression estimée dans l'oreillette droite n'est plus recommandé.

Une pondération de cette situation doit être faite en fonction de la présence ou de l'absence d'autres signes d'HTP, qu'ils soient morphologiques (rapport VD/VG > 1 , index d'excentricité de Ryan $< 1,1$, diamètre de l'artère pulmonaire > 25 mm, surface de l'oreillette droite > 18 cm², diamètre de la VCI > 21 mm, avec variations respiratoires diminuées) ou Doppler (temps d'accélération pulmonaire < 105 ms, présence d'un *notch* mésosystolique sur le flux éjectionnel pulmonaire, vitesse protodiastolique de l'IT $> 2,2$ m/s). En cas de vitesse de l'IT normale, la présence de ces signes doit faire suspecter l'existence d'une HTP [2].

Il faut insister sur la nécessité d'obtenir une enveloppe du flux d'IT d'excellente qualité et savoir ne pas faire confiance à une courbe de mauvaise

qualité, sous peine de faire des erreurs énormes. En effet, dans l'article de Fisher et Forfia comparant l'échocardiographie au cathétérisme, l'échocardiographie donnait des résultats erronés dans 48 % des cas, avec un agrément très mauvais du fait d'erreurs allant de -40 à $+40$ mmHg [5].

L'échocardiographie permet de différencier les HTP post-capillaires des HTP pré-capillaires

Schématiquement, il y a 3 situations.

1. Il existe des arguments pour une HTP du groupe 1

Une triade typique d'une HTP du groupe 1 a été décrite et, quand elle est présente,

Définition	Caractéristiques	Groupe clinique
HTP	PAPm ≥ 25 mmHG	Tous
HTP pré-capillaire	PAPm ≤ 25 mmHG PAPO ≤ 15 mmHg Qc normal ou réduit Pour HTAP : RVP > 3 UW	1 : HTAP 3 : HTP dues aux maladies pulmonaires 4 : CPCPE 5 : HTP d'origine non claire ou multifactorielles
HTP post-capillaire Post-capillaire isolée Pré- et post-capillaire combinées	PAPm ≥ 25 mmHG PAPO > 15 mmHg DC normal ou réduit PAPD - PCP < 7 mmHg Et/ou RVP ≤ 3 UW PAPD - PCP ≥ 7 mmHg Et/ou RVP > 3 UW	2 : HTP dues aux maladies du cœur gauche

TABEAU I : Définition hémodynamique de l'hypertension pulmonaire. CPCPE : cœur pulmonaire chronique post-embolique ; DC : débit cardiaque ; HTAP : hypertension artérielle pulmonaire ; HTP : hypertension pulmonaire ; PAPD : pression artérielle pulmonaire diastolique ; PAPm : pression artérielle pulmonaire moyenne ; PAPO : pression artérielle pulmonaire d'occlusion ; RVP : résistances vasculaires pulmonaires.

V max de l'IT (m/s)	Autres signes d'HTP	Probabilité d'HTP
$\leq 2,8$	Non	Basse
$\leq 2,8$	Oui	Intermédiaire
2,9-3,4	Non	Intermédiaire
2,9-3,4	Oui	Élevée
$> 3,4$	Non nécessaire	Élevée

TABEAU II : Probabilité échocardiographique de la présence d'une hypertension pulmonaire. HTP : hypertension pulmonaire ; IT : insuffisance tricuspидienne.

elle évoque très fortement ce diagnostic. Cette triade comporte la dilatation ventriculaire droite, l'aplatissement systolique du septum et la dysfonction ventriculaire droite. Ce phénotype ventriculaire droit (VD) est présent respectivement dans 98 %, 90 % et 75 % des cas d'HTP du groupe 1. Le diagnostic est d'autant plus probable qu'il n'y a pas de cardiopathie gauche associée [6].

2. Il existe des arguments francs pour une HTP du groupe 2

Il est évident que, devant la documentation Doppler d'une HTP chez un patient présentant une cardiomyopathie dilatée avec fraction d'éjection à 20 %, le diagnostic le plus probable est évidemment une HTP post-capillaire. De la même manière, en cas d'HTP chez un patient présentant un rétrécissement aortique serré, une insuffisance aortique volumineuse, une insuffisance mitrale volumineuse ou un rétrécissement mitral serré, le diagnostic le plus probable est également celui d'une HTP post-capillaire [7].

Dans ces situations, la difficulté pour l'échocardiographie est de prédire ou non la présence d'une HTP post-capillaire combinée. Les arguments en faveur d'une HTP post-capillaire combinée sont un temps d'accélération pulmonaire court, la présence d'un *notch*, l'existence d'un délai entre le pic de vitesse d'éjection pulmonaire (qui est précoce) et le pic de vitesse de l'IT (qui est plus tardif). Il est même possible de calculer l'augmentation de pressions due à la composante pré-capillaire [8].

3. Il n'y a pas d'argument franc pour une cardiopathie gauche

C'est la situation la plus difficile, qui pose le problème du diagnostic différentiel entre une HTP pré-capillaire et une HTP post-capillaire due à une IC-FSP. Il faut alors rechercher un ensemble de signes échocardiographiques en faveur

d'une IC-FSP, et les intégrer aux données cliniques et aux résultats des autres examens complémentaires [6].

Plusieurs critères peuvent orienter vers une cardiopathie gauche : âge > 60 ans, présence de comorbidités – telles que diabète, HTA, coronaropathie, obésité, fibrillation auriculaire – et présence de signes échocardiographiques [9]. La fraction d'éjection normale est un mauvais prédicteur de l'élévation de la pression de l'oreillette gauche [7].

Ces signes échocardiographiques sont les suivants (**tableau III**) :

- la présence d'une HVG définie par une augmentation de la masse ventriculaire gauche ;
- la présence d'une dilatation de l'oreillette gauche, et comme cela a été démontré, l'association de ces 2 critères constitue le meilleur facteur discriminant en faveur du diagnostic d'IC-FSP [10] ;
- des critères morphologiques tels que la taille du ventricule droit et l'aspect de son apex. En effet, dans les HTP du groupe 2, le ventricule droit a une taille généralement inférieure à celle du ven-

tricule gauche, sa pointe forme un angle aigu, et l'apex du cœur est occupé par la pointe du ventricule gauche et non la pointe du ventricule droit (phénotype ventriculaire gauche) (**fig. 1**) ;

- un septum interventriculaire qui garde généralement une forme normale en systole, convexe en regard du VD ;
- la fonction ventriculaire droite [11] (étudiée par le TAPSE, l'onde S à l'anneau tricuspide, le *strain* ventriculaire droit, la fraction de raccourcissement de surface du VD, la dP/dT et l'indice de Tei) est habituellement conservée dans les HTP des IC-FSP alors qu'elle est altérée en cas d'HTP pré-capillaire ;
- la fonction diastolique, qui est différente en fonction du type d'HTP : le flux mitral est habituellement de type I dans l'HTP pré-capillaire du fait de l'interaction VD-VG, alors qu'il est de type II ou III dans l'HTP post-capillaire du fait de l'élévation des pressions de remplissage ;
- des marqueurs échocardiographiques de risque cardiovasculaire comme les calcifications mitro-aortiques, qui sont retrouvées plus souvent en cas d'HTP du groupe 2 mais qui ont probablement moins de valeur ;

	HTP post-capillaire	HTP pré-capillaire
TM	TAPSE ≥ 20 mm	TAPSE < 20 mm
2D	HVG	Pas d'HVG
	Dilatation de l'OG	OG normale
	VD/VG < 1	VD/VG > 1
	Angle apexien VD fermé	Angle apexien VD ouvert
	VG forme l'apex du cœur	VD forme l'apex du cœur
	Peu d'inversion septale	Inversion septale systolique
	Sclérose mitro-aortique	Pas de sclérose valvulaire
	Fonction VD normale	Fonction VD altérée
Doppler	E > A	E < A
	Pas de signes de dysfonction VD	Signes de dysfonction VD
	Pas de <i>notch</i>	Présence d'un <i>notch</i>
	TA pulmonaire > 95 ms	TA pulmonaire < 70 ms
	Vélocité de l'IT variable	Vélocité de l'IT fixe

TABLEAU III : Critères TM, 2D et Doppler d'HTP post- ou pré-capillaire. HVG : hypertrophie du ventricule gauche ; OG : oreillette gauche ; TA : temps d'accélération ; TAPSE : *Tricuspid annular plane systolic excursion* ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.

REVUES GÉNÉRALES

Échographie

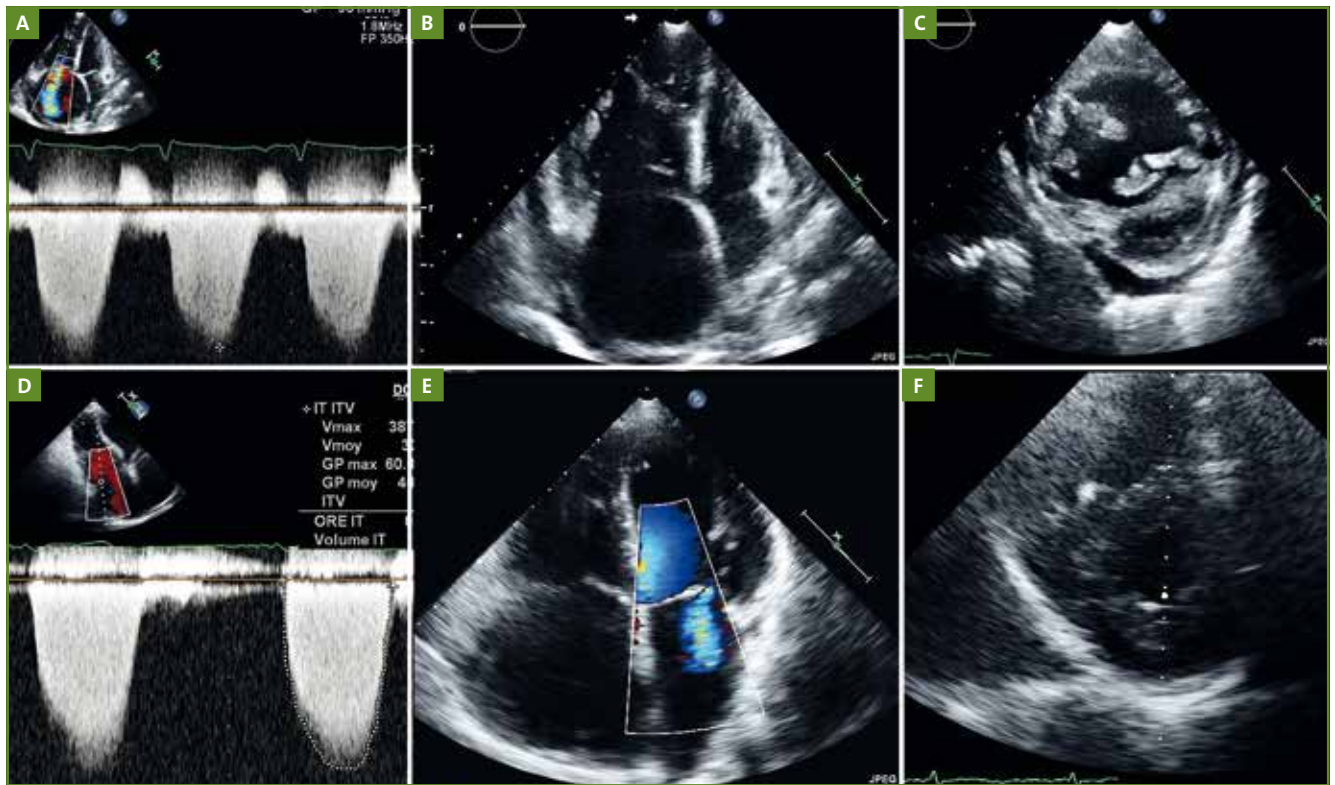


FIG. 1 : A, B, C : HTP : V max. de l'IT = 4,89 m/s ; phénotype VD : VD/VG > 1 ; angle apexien VD ouvert ; apex cardiaque formé par le VD ; inversion septale systolique. **D, E, F :** HTP : V max. de l'IT = 3,87 m/s ; phénotype VG : VD/VG < 1 ; angle apexien VD fermé ; apex cardiaque formé par le VG ; peu d'inversion septale. **V :** vitesse ; **VD :** ventricule droit ; **VG :** ventricule gauche ; **IT :** insuffisance tricuspideenne ; **HTP :** hypertension pulmonaire.

– le temps d'accélération pulmonaire, qui est habituellement > 95 ms dans l'HTP du groupe 2 et < 70 ms dans l'HTP pré-capillaire.

– l'absence de *notch* sur le flux d'éjection pulmonaire est en faveur d'une HTP post-capillaire [12] (**fig. 2**) ;

– enfin, les HTP du groupe 2 sont améliorées par une déplétion volémique, et la baisse ou la normalisation de la vitesse maximale de l'IT après une cure de diurétiques est un argument fort pour le diagnostic d'HTP post-capillaire.

Tous ces critères comportent des limites, leur sensibilité et leur spécificité ne sont pas très bien connues. En outre, une HTP de phénotype VG peut évoluer vers une HTP de phénotype VD, ce qui doit alors faire évoquer le diagnostic d'HTP post-capillaire combinée [13].

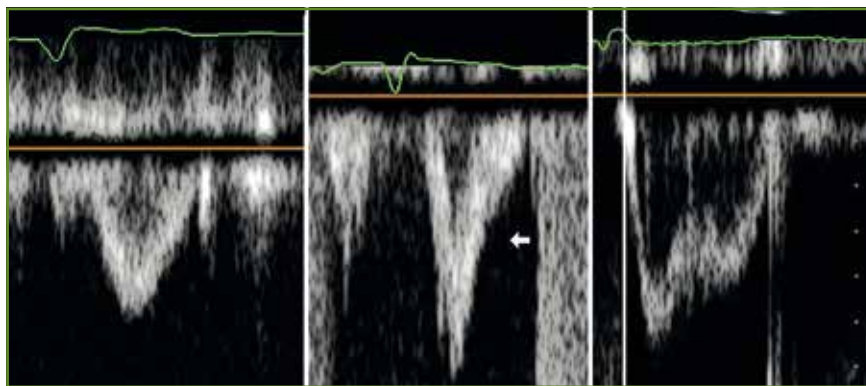


FIG. 2 : A : Absence de *notch* ; **B :** *notch* télé-systolique ; **C :** *notch* méso-systolique.

Conclusion

L'HTP post-capillaire est l'HTP la plus fréquente et constitue un facteur de mauvais pronostic, quelle que soit la cardiopathie gauche sous-jacente. L'échocardiographie, adossée au cathétérisme (dont les indications sont très larges) a un rôle essentiel dans le diagnostic positif et étiologique des HTP du groupe 2. Le diagnostic est facile en cas de cardiomyopathie dilatée ou de valvulopathie du cœur gauche. En revanche,

en cas d'HTP due à une IC-FSP, l'échographie n'apporte qu'un faisceau d'arguments en faveur de ce diagnostic, et les données de l'échocardiographie ne sont qu'un élément à côté des données cliniques et de celles des autres examens complémentaires. Ces HTP du groupe 2 forment donc un groupe hétérogène où l'échocardiographie joue un rôle essentiel dans l'identification de chaque entité. Cette identification précise permettra de mettre en place des essais médicamenteux randomisés dans cette pathologie pour laquelle aucun traitement n'est à ce jour validé.

Bibliographie

1. ROSENKRANZ S, GIBBS JSR, WACHTER R *et al.* Left ventricular heart failure and pulmonary hypertension. *Eur Heart J*, 2015. pii: ehv512. [Epub ahead of print]
2. Authors/Task Force Members: GALIÈ N, HUMBERT M, VACHIERY JL *et al.* 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J*, 2016;37:67-119.
3. BREITLING S, RAVINDRAN K, GOLDENBERG NM *et al.* The pathophysiology of pulmonary hypertension in left heart disease. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2015;309:L924-941.
4. HOEPER MM, BOGAARD HJ, CONDLIFFE R *et al.* Definitions and diagnosis of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*, 2013;62:D42-50.
5. FISHER MR, FORFIA PR, CHAMERA E *et al.* Accuracy of Doppler echocardiography in the hemodynamic assessment of pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*, 2009;179:615-621.
6. ROBERTS JD, FORFIA PR. Diagnosis and assessment of pulmonary vascular disease

POINTS FORTS

- ➞ L'HTP du groupe 2 (post-capillaire) est l'HTP la plus fréquente ; c'est un facteur de mauvais pronostic.
- ➞ Les étiologies des HTP du groupe 2 sont dominées par les dysfonctions ventriculaires gauches, l'insuffisance cardiaque à fonction systolique préservée et les valvulopathies du cœur gauche.
- ➞ La définition et la classification des HTP sont basées sur les résultats du cathétérisme cardiaque droit.
- ➞ La vélocité maximale de l'IT permet de définir une probabilité faible, intermédiaire ou élevée d'HTP.
- ➞ L'échocardiographie permet d'identifier facilement les HTP du groupe 2 dues aux dysfonctions ventriculaires gauches et aux valvulopathies.
- ➞ L'échocardiographie est un outil indispensable, associé à la clinique et aux examens complémentaires, pour identifier les HTP dues à l'insuffisance cardiaque à fonction systolique préservée.
- ➞ Le diagnostic d'HTP post-capillaire combinée peut être suspecté en échocardiographie.

by Doppler echocardiography. *Pulm Circ*, 2011;1:160-181.

7. FANG JC, DEMARCO T, GIVERTZ MM *et al.* World Health Organization Pulmonary Hypertension group 2: pulmonary hypertension due to left heart disease in the adult--a summary statement from the Pulmonary Hypertension Council of the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J Heart Lung Transplant*, 2012;31:913-933.
8. BECH-HANSEN O, LINDGREN F, SELIMOVIC N *et al.* Echocardiography can identify patients with increased pulmonary vascular resistance by assessing pressure reflection in the pulmonary circulation. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2010;3:424-432.
9. PRISTERA N, MUSARRA R, SCHILZ R *et al.* The Role of Echocardiography in the Evaluation of Pulmonary Arterial Hypertension. *Echocardiography*, 2016; 33:105-116.
10. MELENOVSKY V, BORLAUG BA, ROSEN B *et al.* Cardiovascular features of heart failure with preserved ejection fraction versus nonfailing hypertensive left ventricular hypertrophy in the urban Baltimore community: the role of atrial remodeling/dysfunction. *J Am Coll Cardiol*, 2007; 49:198-207.
11. MOCERI P, BAUDOUY D, CHICHE O *et al.* Imaging in pulmonary hypertension: Focus on the role of echocardiography. *Arch Cardiovasc Dis*, 2014;107:261-271.
12. ARKLES JS, OPOTOWSKY AR, OJEDA J *et al.* Shape of the right ventricular Doppler envelope predicts hemodynamics and right heart function in pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011;183:268-276.
13. HAMMERSTINGL C, SCHUELER R, BORS L *et al.* Diagnostic value of echocardiography in the diagnosis of pulmonary hypertension. *PLoS One*, 2012;7:e38519.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.