

PLACE DE LA THROMBECTOMIE DANS LE TRAITEMENT DE L'EMBOLIE PULMONAIRE AIGUË

ROBINET S (1), VALKENBORGH C (2), GRANDJEAN F (2), PARZIBUT G (1), GUIOT J (3), MALOIR Q (3), LOPEZ R (4), LONGLE C (4), LAMBERMONT B (1)

RÉSUMÉ : La maladie thromboembolique veineuse compliquée d'une embolie pulmonaire est une cause fréquente d'admission aux urgences et en soins intensifs. Elle est grevée d'une mortalité élevée en l'absence d'un traitement précoce et adapté. Sa prise en charge repose sur un diagnostic rapide, une anticoagulation pour éviter la récurrence et, pour les patients présentant une instabilité hémodynamique, le recours à une fibrinolyse systémique. Depuis plusieurs années, des techniques de radiologie interventionnelle ont été élaborées pour traiter les patients les plus sévèrement atteints en complément ou en alternative de la fibrinolyse. Parmi ces techniques, la thrombectomie mécanique, au vu de son essor récent, mérite d'être intégrée dans notre arsenal thérapeutique. Nous proposons un algorithme décisionnel original intégrant cette technique, basé sur une revue de la littérature et utilisé avec l'appui d'une équipe pluridisciplinaire de prise en charge de l'embolie pulmonaire dans notre institution.

MOTS-CLÉS : *Embolie pulmonaire aiguë - Thrombectomie mécanique - Algorithme décisionnel*

ROLE OF MECHANICAL THROMBECTOMY IN THE MANAGEMENT OF ACUTE PULMONARY EMBOLISM

SUMMARY : Venous thromboembolism disease complicated by pulmonary embolism is a common cause of admission to emergencies and critical care unit. It is burdened by high mortality in the absence of early and appropriate treatment. Rapid diagnosis, anticoagulation to avoid recurrence and, in case of hemodynamic instability, use of systemic fibrinolysis are the corner stones of its management. For several years, interventional radiology techniques have been developed to treat the most critical patients in addition to or instead of systemic fibrinolysis. Among these techniques, mechanical thrombectomy deserves to be integrated into our therapeutic arsenal. We propose here an original decision-making algorithm integrating this technique based on a review of the literature, with the support of multidisciplinary team for the management of pulmonary embolism in our department.

KEYWORDS : *Acute pulmonary embolism - Mechanical thrombectomy - Decision-making algorithm*

INTRODUCTION

La maladie thromboembolique veineuse est une pathologie fréquente au sein de nos populations. Elle représente la troisième pathologie cardiovasculaire aiguë et son incidence annuelle est située entre 39 et 115 cas par 100.000 habitants (1). Cet article concerne uniquement la prise en charge de cette pathologie en phase aiguë. La maladie thromboembolique chronique et l'hypertension pulmonaire chronique sur maladie thromboembolique n'y seront pas abordés.

L'incidence et la mortalité de l'embolie pulmonaire (EP) semblent connaître une diminution au cours du temps en Europe, probablement liée à une amélioration de l'accessibilité, en urgence, aux techniques d'imagerie. La mortalité de l'EP reste cependant élevée, et est estimée à 6,5 / 100.000 habitants par an. Elle est influencée, notamment, par l'âge, le sexe et les comorbidités (1, 2). Sa prise en charge repose sur un diagnostic précoce et une identification des facteurs pronostiques. Ces derniers permettent de

déterminer si une hospitalisation est nécessaire, si une surveillance en unité de soins intensifs est conseillée et si une fibrinolyse systémique doit être envisagée.

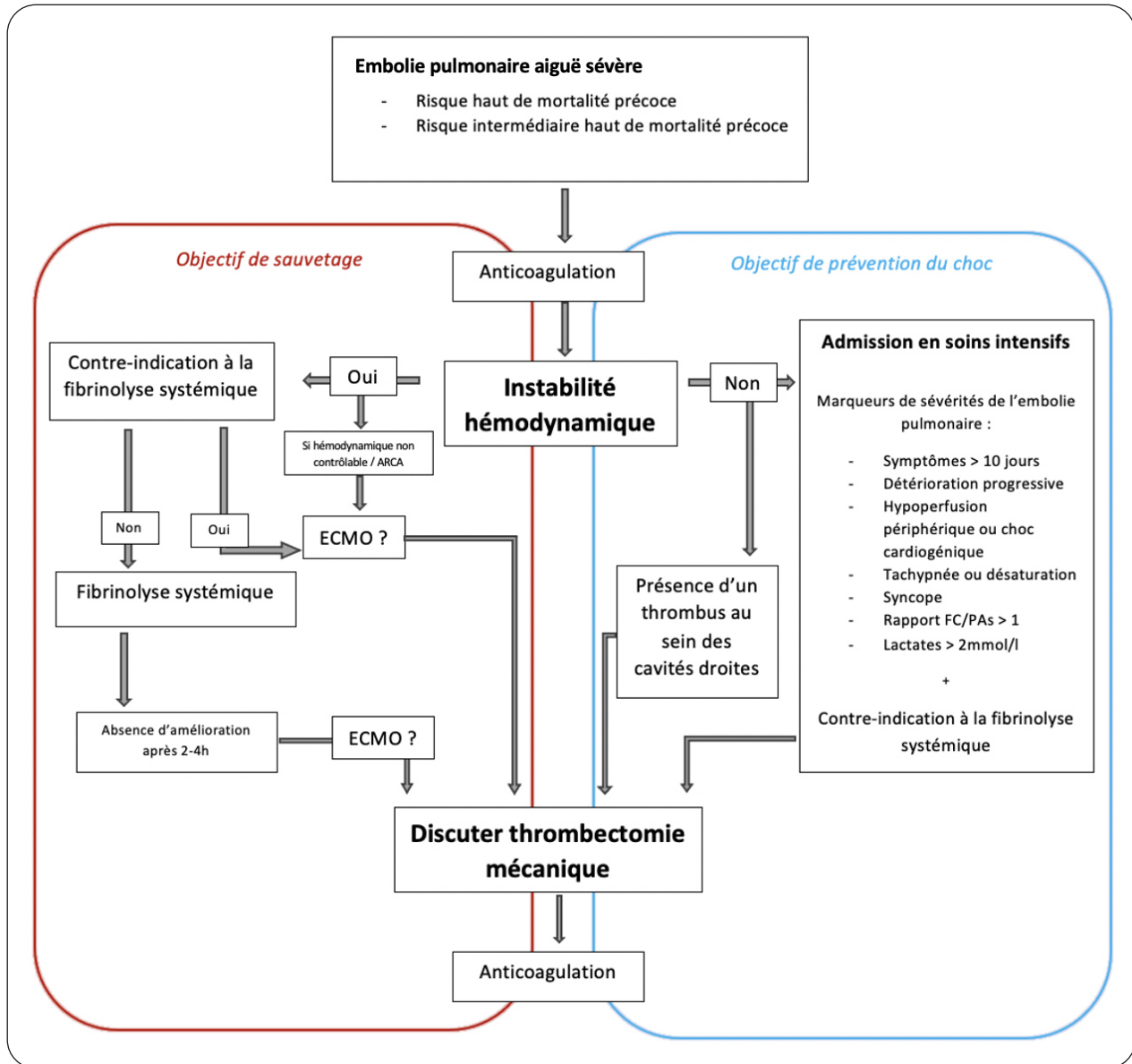
Le développement des techniques de thrombectomie mécanique pour traiter les EP est en plein essor. La thrombectomie mécanique consiste en une extraction directe par aspiration des caillots au sein de l'arbre artériel pulmonaire. Elle est proposée généralement aux patients les plus sévèrement atteints, avec présence de caillots centraux accessibles et présentant une contre-indication ou un échec à la fibrinolyse systémique. Cet article a pour but d'en décrire les indications sur base des preuves présentes dans la littérature et de décrire l'algorithme de prise en charge thérapeutique de l'EP sévère utilisé dans notre institution, avec l'appui d'une équipe pluridisciplinaire de prise en charge de l'EP (PERT : «Pulmonary Embolism Response Team») (Figure 1).

STRATIFICATION DE LA SÉVÉRITÉ ET DU RISQUE DE MORTALITÉ PRÉCOCE D'UNE EMBOLIE PULMONAIRE

Une fois le diagnostic d'EP posé, la stratification du risque permet d'adapter la prise en charge thérapeutique et la surveillance. La stratification du risque repose sur des paramètres

(1) Service de soins intensifs, CHU Liège, Belgique.
(2) Service de radiologie, CHU Liège, Belgique.
(3) Service de pneumologie, CHU Liège, Belgique.
(4) Service des urgences, CHU Liège, Belgique.

Figure 1. Algorithme décisionnel et place proposée de la thrombectomie mécanique dans l'embolie pulmonaire sévère



ECMO : ExtraCorporeal Membrane Oxygenation. ARCA : Arrêt Cardiaque. FC : Fréquence Cardiaque. PAs : Pression Artérielle systolique.

cliniques, les données d'imagerie et d'échographie cardiaque, des biomarqueurs biologiques et des scores combinés.

PARAMÈTRES CLINIQUES

De nombreux paramètres cliniques permettent d'attester d'un risque majoré de mor-

talité précoce dans l'EP, tels que la fréquence cardiaque (3), la pression artérielle (4), la saturation en oxygène de l'hémoglobine et la fréquence respiratoire (5). Dans les formes graves, la notion de syncope est également un élément clinique majeur, à haut risque de survenue d'un choc obstructif. Ces paramètres définissent enfin l'instabilité hémodynamique, telle que proposée par les recommandations de la société européenne de cardiologie (ESC) (Tableau I) (1).

Tableau I. Classification de la sévérité et du risque de mortalité précoce de l'embolie pulmonaire, dans les recommandations de la société européenne de cardiologie (ESC)

Risque de mortalité précoce		Indicateurs du risque			
		Instabilité hémodynamique	Paramètres cliniques ou comorbidités (classe PESI III-V ou sPESI ≥ 1)	Dysfonction ventriculaire droite à l'échographie ou au scanner	Élévation de la troponinémie
Élevé		+	+	+	+
Intermédiaire	Haut	-	+	+	+
	Bas	-	+	- ou 1 +	-
Faible		-	-	-	-**

* : Ces indicateurs ne sont pas indispensables, en présence d'une embolie pulmonaire démontrée au scanner ou présence d'une dysfonction droite, accompagnée d'une instabilité hémodynamique.

** : Le dosage de la troponine n'est pas nécessaire dans ce contexte. En cas de dosage, celui-ci doit être négatif.

DONNÉES SCANOGRAPHIQUES ET ÉCHOGRAPHIE CARDIAQUE TRANSTHORACIQUE

Outre son apport diagnostique, l'angioscanner pulmonaire permet l'obtention de facteurs pronostiques. Parmi ceux-ci, la dilatation télé-diastolique ventriculaire droite et le ratio des diamètres basaux ventriculaire droit et ventriculaire gauche (ratio RV/LV) transverses ou en vue quatre cavités font référence. Un ratio RV/LV ≥ 1 engendre une majoration significative de la mortalité de toutes causes d'un facteur 2,5, et la mortalité liée à l'EP d'un facteur 5 (6). La dilatation des cavités cardiaques et le reflux au sein des veines sus-hépatiques sont également des facteurs pronostiques (1, 7).

L'échocardiographie permet d'étudier rapidement la fonction cardiaque, d'exclure d'autres pathologies menant à une dégradation clinique ainsi que l'analyse du ratio RV/LV. Elle permet l'analyse de la fonction longitudinale du ventricule droit par l'étude du TAPSE («Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion»), l'évaluation de la cinétique des parois ventriculaires et des dimensions cavitaires. Ainsi, un ratio RV/LV ≥ 1 , un TAPSE < 16 mm, la présence d'un signe de Mc Connell (hypokinésie de la paroi latérale du ventricule droit associée à une cinétique de la pointe du VD conservée ou hyperkinétique) ou d'un thrombus au sein des cavités droites sont grevés d'un mauvais pronostic (1, 7).

BIOMARQUEURS BIOLOGIQUES

Parmi les marqueurs biologiques, l'élévation des troponines permet d'obtenir un indice pro-

nostique significatif, mais avec une spécificité limitée. En cas de positivité dans un contexte d'EP, la troponinémie majeure significativement le risque de mortalité précoce (Odd Ratio (OR) de 5,24), de mortalité liée à l'EP (OR = 9,44) et de survenue d'événements défavorables (OR = 7,03). Elle est aussi liée à un risque accru de mortalité au sein des patients stables hémodynamiquement (OR = 5,90) et sa normalité semble également associée à un facteur de bon pronostic (8-10).

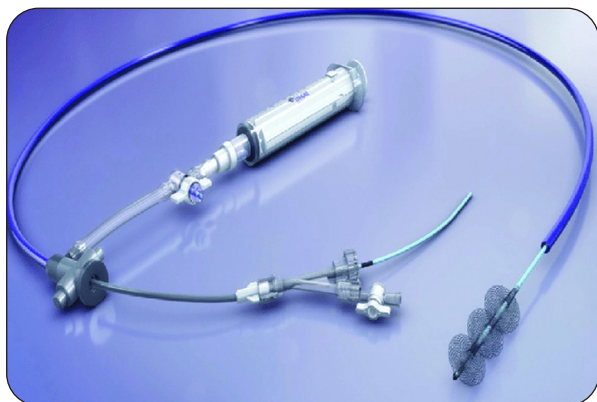
ECHELLES DE SCORE COMBINÉS / INTÉGRÉS

De nombreux scores, associant des paramètres cliniques et biologiques, ont une bonne valeur pronostique. Parmi ceux-ci, les scores Bova (11), FAST (12), modified FAST (13), le Shock Index (14) et le Modified Shock Index (15) ont été proposés pour permettre d'identifier les patients stables, mais à haut risque de détérioration ultérieure.

Par ailleurs, l'intégration des comorbidités au sein de scores d'évaluation pronostique globale est également nécessaire, disponible et validée. L'ESC recommande l'usage du score PESI («Pulmonary Embolism Severity Index») ou sPESI (simplified PESI), essentiellement pour différencier une EP à risque de mortalité précoce intermédiaire d'une EP à risque faible (1).

En combinant les données cliniques, d'imagerie et le dosage de la troponinémie, l'ESC reconnaît quatre niveaux de sévérité de l'EP selon que le risque de mortalité précoce est faible, intermédiaire faible, intermédiaire haut ou haut (Tableau I).

Figure 2. Illustration du système FlowTrievers[®] commercialisé par la firme Inari



Le système est composé d'un cathéter d'un diamètre de 16, 20 ou 24 French et d'un système de dépressurisation manuelle. Un cathéter à disques peut également être utilisé afin d'aider au détachement et désagrègement des caillots de la paroi des vaisseaux.

Figure 3. Système Indigo[®], proposé par le firme Penumbra



Le système se compose d'un cathéter de thromboaspiration et d'un système d'aspiration mécanique continue.

PLACE DE LA THROMBECTOMIE MÉCANIQUE DANS L'EMBOLIE PULMONAIRE

Depuis plusieurs années, diverses techniques de radiologie interventionnelle sont venues enrichir l'arsenal thérapeutique des EP les plus sévères, se différenciant selon leur mode d'action (fibrinolyse guidée par cathéter, throm-

bolyse facilitée par ondes ultrasonores, thrombectomie mécanique ou pharmaco-mécanique).

Parmi les techniques de thrombectomie mécanique, deux systèmes sont actuellement disponibles en Belgique : le Flowtriever[®] (Inari) (Figure 2) et l'Indigo[®] (Penumbra) (Figure 3).

INDICATION ACTUELLE ET PLACE À VENIR DE LA THROMBECTOMIE MÉCANIQUE

Les recommandations de l'ESC de 2019 évoquent le recours à la thrombectomie en présence d'une EP compliquée d'une instabilité hémodynamique, en cas de contre-indication à la fibrinolyse systémique. Une thrombectomie mécanique par radiologie interventionnelle ou une thrombectomie chirurgicale peut alors être proposée, selon l'expertise locale (7).

Cependant, depuis la publication de ces recommandations, plusieurs articles ont étudié la faisabilité, la sécurité et la performance de la thrombectomie mécanique. Parmi ceux-là, le registre FLASH a étudié la sécurité de la thrombectomie mécanique par Flowtriever[®] chez 800 patients au sein de 50 centres situés aux Etats-Unis, atteints d'une EP à haut risque (7,9 % des patients inclus) et risque intermédiaire haut (76,7 % des patients inclus). Parmi ces patients, seuls 32,1 % présentaient une contre-indication relative ou absolue à la fibrinolyse systémique. L'objectif primaire de l'étude était la sécurité (en termes de mortalité péri-procédurale, hémorragie significative et complications liées à la procédure endéans les 48 premières heures après réalisation). Ses objectifs secondaires étaient la sécurité de la procédure via un indice composite et son efficacité via la stabilité hémodynamique, la géométrie et la fonction ventriculaire droite ainsi que la dyspnée. Cette étude montrait une mortalité de toutes causes de 0,3 % à 48 heures et de 0,8 % à 30 jours, un taux d'événements indésirables majeurs de 1,8 % (majoritairement la survenue de saignements importants) et d'événements indésirables graves dans 4,3 % des cas endéans les 48 heures. Une amélioration immédiate des valeurs de pressions artérielles pulmonaires moyennes (-23 %, $p < 0,0001$) était constatée et, en comparant les données pré-interventionnelles à celles relevées à 48 heures, une diminution du ratio RV/LV (de 1,23 +/- 0,36 à 0,98 +/- 0,31, $p < 0,0001$) ainsi qu'une atténuation de la dyspnée (de 66,5 % à 15,6 %, $p < 0,0001$) étaient notées. Cette étude de registre tend à démontrer le profil de sécurité

favorable de cette procédure, tant auprès d'une population à risque élevé qu'intermédiaire haut, majoritairement sans contre-indication à la fibrinolyse systémique (16). Ces résultats au sein d'une population de patients atteints d'une EP à risque intermédiaire étaient déjà suggérés par l'étude FLARE (17).

Une étude rétrospective, publiée en 2021, comparait la thrombectomie mécanique à une approche conventionnelle chez 58 patients souffrant d'une EP de stade PESI 4 ou 5, à risque intermédiaire haut et élevé. Elle montrait une diminution significative de la mortalité hospitalière (3,6 vs 23,3%) et de la durée de séjour aux soins intensifs (2,1+/-1,2 vs 6,1+/-8,6 jours) en faveur de la thrombectomie mécanique, sans impact sur la durée totale d'hospitalisation ni le taux de réadmission hospitalière à 30 jours (18).

L'étude EXTRACT-PE analysait également la sécurité et l'efficacité du système Indigo® chez des patients souffrant d'une EP submassive. Cette étude prospective mettait en évidence un taux bas de complication majeure (1,7 %), un taux de recours faible aux fibrinolytiques per-procédures et une amélioration significative du ratio RV/LV (19).

Enfin, l'étude prospective multicentrique FLAME a étudié l'impact de la thrombectomie mécanique en termes de mortalité chez des patients porteurs d'une EP massive ou instable, en comparaison à un traitement ne comprenant pas cette technique initialement. Le taux d'événements indésirables (critère composite primaire : mortalité toute cause, traitement de sauvetage, détérioration clinique et saignements majeurs) était significativement diminué au sein du groupe thrombectomie (17 % vs 63,9 %) ainsi que la mortalité toute cause (1,9 % vs 29,5 %), en comparaison au groupe de patients sans thrombectomie initiale. Parmi le groupe sans thrombectomie mécanique initiale, 68,9 % des patients ont bénéficié d'une fibrinolyse initiale et 26,2 % ont nécessité le recours à une technique de sauvetage pouvant comprendre la thrombectomie mécanique (20).

Au vu des données actuelles, la thrombectomie mécanique semble être une option thérapeutique associée à des complications périprocédurales faibles en comparaison aux bénéfices attendus, dans un contexte d'EP à risque intermédiaire haut et élevé de mortalité précoce.

ALGORITHME PROPOSÉ DE PRISE EN CHARGE

Avec l'avènement de la thrombectomie mécanique et au vu de son efficacité et de sa sécurité démontrées dans la littérature, son intégration dans l'arbre décisionnel de prise en charge des patients porteurs d'une EP aiguë à risque élevé et intermédiaire haut présentant des critères de sévérité devient essentielle. Parmi les facteurs cliniques traduisant l'absence de réserve suffisante pour subsister face à une détérioration secondaire, la détérioration progressive, le choc cardiogénique à pression artérielle préservée, la tachypnée, la désaturation, la syncope initiale et le « shock index » (rapport entre la fréquence cardiaque et la pression artérielle systolique exprimée en mmHg) nous paraissent pertinents. La durée des symptômes avant le début du traitement et, par conséquent, le délai entre l'apparition du thrombus et l'administration éventuelle de la fibrinolyse systémique sont également reconnus comme facteurs d'échec du traitement fibrinolytique (21).

Cet algorithme n'aboutit volontairement pas à une conclusion définitive, mais permet au clinicien d'amorcer une discussion interdisciplinaire en vue d'une prise en charge commune et consensuelle (Figure 1).

CAS PARTICULIER DU THROMBUS AU SEIN DES CAVITÉS DROITES

La présence d'un thrombus visualisé au sein des cavités droites est un facteur de risque de mortalité important, puisque cette dernière est estimée entre 27 et plus de 44 %, contre 2,5 % en l'absence de caillot. La prise en charge spécifique de cette situation n'est pas clairement établie au sein de la littérature (22, 23).

Certaines données de la littérature semblent, en effet, indiquer un intérêt du traitement fibrinolytique ou chirurgical dans cette situation (24, 25), là où d'autres méta-analyses ne semblent pas dégager de prise en charge préférentielle claire (26). Par ailleurs, plusieurs articles décrivant le succès d'une thrombectomie mécanique au sein des cavités droites ont déjà été publiés (27, 28).

N'ayant pas de preuve en faveur d'une prise en charge thérapeutique spécifique, la décision de recours à une thrombectomie mécanique selon l'algorithme proposé doit faire l'objet d'une discussion d'experts au cours de laquelle des éléments échocardiographiques,

scannographiques, biologiques et cliniques seront intégrés.

IMPORTANCE DE LA PERT

Le choix des modalités de prise en charge précoce de l'EP est crucial pour en réduire la morbidité et la mortalité. Le choix de l'orientation thérapeutique à apporter peut être compliqué et doit faire l'objet d'une discussion multidisciplinaire au sein d'une équipe comprenant des urgentistes, des intensivistes, des cardiologues, des pneumologues et des radiologues interventionnels, comme souligné par les recommandations de l'ESC (7).

Au sein de notre institution, nous avons constitué une telle équipe (PERT : «Pulmonary Embolism Response Team»). Son rôle sera d'apporter une aide à la décision thérapeutique lors de la prise en charge initiale, de guider et suivre la poursuite du traitement subaigu ou chronique, d'assurer un trajet de soin spécifique avec un suivi en consultation spécialisée après la sortie d'hospitalisation et de relever, au sein d'une base de données commune, les informations nécessaires à la constitution d'un registre.

CONCLUSION

L'EP aiguë est une pathologie grave, grevée d'une morbidité et d'une mortalité élevées pour laquelle le diagnostic et la prise en charge thérapeutique rapides sont cruciaux. Parmi les options thérapeutiques disponibles actuellement, la thrombectomie mécanique semble dotée d'un profil de sécurité et d'efficacité intéressant pour des cas sélectionnés.

Nous proposons ici un algorithme de prise en charge original intégrant les techniques de thrombectomie mécanique, basé sur les preuves relevées au sein de la littérature. La constitution d'une PERT permet d'aider au mieux le clinicien dans sa prise en charge initiale ou chronique, d'assurer un trajet de soin spécifique et un recensement nécessaire à l'élaboration d'un registre.

BIBLIOGRAPHIE

- Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J* 2020;**41**:543-603.
- Barco S, Mahmoudpour SH, Valerio L, et al. Trends in mortality related to pulmonary embolism in the European Region, 2000–15: analysis of vital registration data from the WHO Mortality Database. *Lancet Respir Med* 2020;**8**:277-87.
- Jaureguizar A, Jiménez D, Bikdeli B, et al. Heart rate and mortality in patients with acute symptomatic pulmonary embolism. *Chest* 2022;**161**:524-34.
- Quezada A, Jiménez D, Bikdeli B, et al. Systolic blood pressure and mortality in acute symptomatic pulmonary embolism. *Int J Cardiol* 2020;**302**:157-63.
- Becattini C, Vedovati MC, Pruszczyk P, et al. Oxygen saturation or respiratory rate to improve risk stratification in hemodynamically stable patients with acute pulmonary embolism. *J Thromb Haemost* 2018;**16**:2397-402.
- Meinel FG, Nance JW, Schoepf UJ, et al. Predictive value of computed tomography in acute pulmonary embolism: systematic review and meta-analysis. *Am J Med* 2015;**128**:747-59.e2.
- Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J* 2020;**41**:543-603.
- Becattini C, Vedovati MC, Agnelli G. Prognostic value of troponins in acute pulmonary embolism: a meta-analysis. *Circulation* 2007;**116**:427-33.
- Lankeit M, Friesen D, Aschoff J, et al. Highly sensitive troponin T assay in normotensive patients with acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2010;**31**:1836-44.
- Lankeit M, Jiménez D, Kostrubiec M, et al. Predictive Value of the high-sensitivity troponin t assay and the simplified pulmonary embolism severity index in hemodynamically stable patients with acute pulmonary embolism: a prospective validation study. *Circulation* 2011;**124**:2716-24.
- Bova C, Vanni S, Prandoni P, et al. A prospective validation of the Bova score in normotensive patients with acute pulmonary embolism. *Thromb Res* 2018;**165**:107-11.
- Dellas C, Tschepe M, Seeber V, et al. A novel H-FABP assay and a fast prognostic score for risk assessment of normotensive pulmonary embolism. *Thromb Haemost* 2014;**111**:996-1003.
- Hobohm L, Becattini C, Konstantinides SV, et al. Validation of a fast prognostic score for risk stratification of normotensive patients with acute pulmonary embolism. *Clin Res Cardiol* 2020;**109**:1008-17.
- Toosi MS, Merlino JD, Leeper KV. Prognostic Value of the shock index along with transthoracic echocardiography in risk stratification of patients with acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 2008;**101**:700-5.
- Türkday Derebey S, Tokgöz HC, Keskin B, et al. A new index for the prediction of in-hospital mortality in patients with acute pulmonary embolism: the modified shock index. *Anatol J Cardiol* 2023;**27**:282-9.
- Toma C, Jaber WA, Weinberg MD, et al. Acute outcomes for the full US cohort of the FLASH mechanical thrombectomy registry in pulmonary embolism. *EuroIntervention* 2023;**18**:1201-12.
- Tu T, Toma C, Tapson VF, et al. A prospective, single-arm, multicenter trial of catheter-directed mechanical thrombectomy for intermediate-risk acute pulmonary embolism. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;**12**:859-69.
- Buckley JR, Wible BC. In-hospital mortality and related outcomes for elevated risk acute pulmonary embolism treated with mechanical thrombectomy versus routine care. *J Intensive Care Med* 2022;**37**:877-82.
- Sista AK, Horowitz JM, Tapson VF, et al. Indigo aspiration system for treatment of pulmonary embolism. *JACC Cardiovasc Interv* 2021;**14**:319-29.
- Silver MJ, Gibson CM, Giri J, et al. Outcomes in high-risk pulmonary embolism patients undergoing flowtrier mechanical thrombectomy or other contemporary therapies: results from the FLAME Study. *Circ Cardiovasc Interv* [Internet]. oct 2023 [cité 20 déc 2023];**16**(10). Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.013406>

21. Daniels LB, Parker JA, Patel SR, et al. Relation of duration of symptoms with response to thrombolytic therapy in pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 1997;**80**:184-8.
22. Lai E, Alishetti S, Wong JM, et al. Right ventricular thrombus in transit: raising the stakes in the management of pulmonary embolism. *CASE (Phila)* 2019;**3**:272-6.
23. Nkoke C, Faucher O, Camus L, Flork L. Free floating right heart thrombus associated with acute pulmonary embolism: an unsettled therapeutic difficulty. *Case Rep Cardiol* 2015;**2015**:364780.
24. Rose PS, Punjabi NM, Pearse DB. Treatment of right heart thromboemboli. *Chest* 2002;**121**:806-14.
25. Athappan G, Sengodan P, Chacko P, Gandhi S. Comparative efficacy of different modalities for treatment of right heart thrombi in transit: a pooled analysis. *Vasc Med* 2015;**20**:131-8.
26. Barrios D, Chavant J, Jiménez D, et al. Treatment of right heart thrombi associated with acute pulmonary embolism. *Am J Med* 2017;**130**:588-95.
27. Bayona Molano MD, Salsamendi J, Mani N. Emergent mechanical thrombectomy for right atrial clot and massive pulmonary embolism using flowtriever. *Clin Case Rep* 2021;**9**:1241-6.
28. Chipayo-Gonzales D, Salinas P, Viana-Tejedor A. Successful aspiration of an iatrogenic clot in transit secondary to a failed mechanical thrombectomy in pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2023;**44**:1378.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr Robinet S, Service de soins intensifs, CHU Liège, Belgique.
Email : Sebastien.robinet@chuliege.be