PIPELINE D'EXTRACTION AUTOMATIQUE DE BIOMARQUEURS POUR LA CARACTÉRISATION DES EMBOLIES PULMONAIRES

Morgane DES LIGNERIS[1], Carole FRINDEL[1,2], Odyssée MERVEILLE[1]

[1] Univ Lyon, INSA-Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, UJM-Saint Etienne, CNRS, Inserm, CREATIS UMR 5220, U1294, Lyon, France.

[2] IUF, Institut Universitaire de France, Paris

L'embolie pulmonaire (EP), caractérisée par l'obstruction d'une artère pulmonaire par un thrombus, est la troisième cause de mortalité cardiovasculaire en Europe [1]. L'évaluation du risque de mortalité à 30 jours, appelée stratification du risque, est essentielle pour guider les décisions thérapeutiques. Actuellement, elle repose principalement sur des biomarqueurs indirects – deux biomarqueurs sanguins (troponine, BNP plasmatique), et un marqueur issu de l'imagerie, le ratio VD/VG (ventricule droit/ventricule gauche) [1, 2] – qui reflètent davantage les conséquences de l'EP que l'obstruction vasculaire elle-même.

Dans ce contexte, nous proposons un pipeline d'analyse visant à améliorer la stratification en extrayant de nouveaux biomarqueurs morphologiques directement à partir d'angiographies pulmonaires tomodensitométriques disponibles en routine clinique. Ces biomarqueurs visent à caractériser précisément l'obstruction et les altérations de l'arbre vasculaire pulmonaire.

Le pipeline comprend plusieurs modules interdépendants. À partir du masque de segmentation des artères pulmonaires (cf. Fig. 1a), une ligne centrale (cf. Fig. 1b) et une carte de distance sont générées afin d'estimer le diamètre des vaisseaux. Le squelette est ensuite converti en un graphe orienté représentant l'arborescence pulmonaire, depuis le tronc artériel principal jusqu'aux branches périphériques (cf. Fig 1c). Chaque vaisseau est étiqueté selon sa position anatomique (artère lobaire, segmentaire, sous-segmentaire...) et son niveau hiérarchique (cf. Figure 1d). En parallèle, les embolies sont détectées à partir de leurs masques de segmentation, leur volume est mesuré, et leur localisation précise est cartographiée dans l'arbre vasculaire. Ces informations permettent de calculer le taux d'obstruction de chaque vaisseau.

Ce graphe enrichi, intégrant la morphologie vasculaire et la distribution des thrombus, constitue une base solide pour l'extraction de nouveaux biomarqueurs morphologiques. L'objectif final est d'améliorer les outils de stratification du risque dans l'EP aiguë, en s'appuyant sur ces signatures morphologiques interprétables, afin d'améliorer le pronostic et la prise en charge des patients.

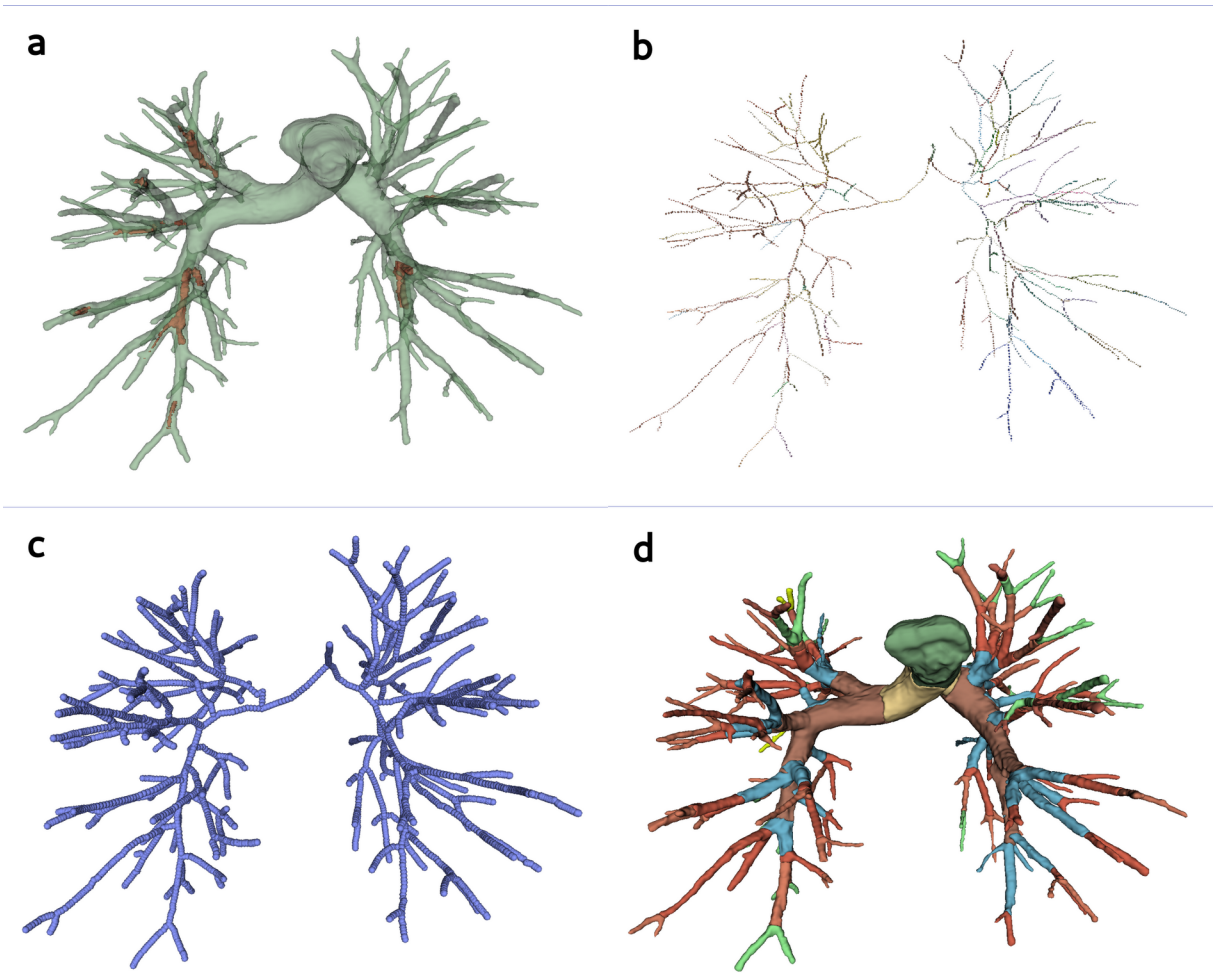

Figure 1 : Exemple du pipeline d'extraction des nouveaux biomarqueurs. De gauche à droite : a) Segmentation des artères (vert) et des embolies pulmonaires (rouge). b) Squelette des artères. c) Graphe orienté généré. d) Segmentation des artères avec un code couleur appliqué en fonction de la position hiérarchique des vaisseaux : artère principale (vert foncé), branches gauche et droite (jaune), artères lobaires (marron), artères segmentaire (bleu) puis les artères sous segmentaires (rouge) etc …

Références

[1] Konstantinides, Stavros V et al. (jan. 2020). « 2019 ESC Guidelines for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism Developed in Collaboration with the European Respiratory Society (ERS) ». In : European Heart Journal 41.4, p. 543-603. issn : 0195-668X, 1522-9645. doi : 10.1093/eurheartj/ehz405.

[2] Meinel, Felix G. et al. (juill. 2015). « Predictive Value of Computed Tomography in Acute Pulmonary Embolism : Systematic Review and Meta-analysis ». In : The American Journal of Medicine 128.7, 747-759.e2. issn : 0002-9343, 1555-7162. doi : 10.1016/j.amjmed.2015.01.023.