« MOULAGE PAR CORROSION» VIRTUEL POUR L'ANALYSE HIERARCHIQUE DE LA VASCULARISATION DU PLACENTA HUMAIN FRAIS AVEC L'ANGIOGRAPHIE PAR IRM EX VIVO : PIPELINE AUTOMATIQUE ET PLUG-IN

Antoine Kneib[A], Matthieu DAP[A,B], Juliette Lefebvre[A,B], Mbaimou Auxence Ngremmadji[A], Olivier Morel[A,B], Charline Berthold[A,B], Marine Beaumont[A,C], Erwan Kerrien[D] , Bailiang Chen[A,C]

[A] Université de Lorraine, IADI, INSERM U1254, Nancy, France
[B] CHRU de Nancy, Pôle de la Femme, Nancy, France
[C] CHRU de Nancy, INSERM, CIC-IT 1433, Nancy, France
[D] Université de Lorraine, CNRS, Inria, LORIA, F-54000 Nancy, France

Introduction : L'étude de l'architecture hiérarchique des vaisseaux sanguins placentaires est essentielle pour mieux comprendre certaines pathologies (1). Bien que le « moulage par corrosion » soit la méthode de référence, celle-ci est longue et fastidieuse. L'angiographie par résonance magnétique (ARM) ex-vivo, couplée à une méthode de différenciation artérielle et veineuse, offre une alternative prometteuse. Nous proposons une nouvelle approche : le « moulage par corrosion » virtuel, permettant une analyse vasculaire détaillée.

Méthodologie : Nous avons développé et testé un pipeline semi-automatique permettant d'annoter les artères et les veines tout en résolvant des ambiguïtés. Une méthode par réduction de maillage utilisant la reconstruction de Poisson (3) a été développée, tandis qu'une approche locale de segmentation par ensembles de niveaux a permis des corrections plus précises. Un suivi des vaisseaux basé sur l'algorithme RANSAC (4) est utilisé pour raccorder les composantes déconnectées du réseau vasculaire. Une interface graphique a été conçue comme plug-in sur la plateforme 3D Slicer.

Résultats : Les données préliminaires (6 normatives vs 6 pathologiques) acquises via le protocole MAPLE (2) ont été annotées au moyen du plug-in : les artères et les veines ont été séparées et annotées (Figure 1). Les rayons moyens (veines et artères) étaient significativement réduits dans les placentas issus des fétus présentant un retard de croissance intra-utérin (RCIU) ($p = 0,03$) ; les proportions artérioveineuses montrent également une densité plus importante d'artères que de veines dans les placentas RCIU par rapport aux placentas physiologiques ($p < 0,01$).

Conclusion : Une analyse hiérarchique utilisant un modèle complémentaire de moulage par corrosion virtuel peut offrir une vision plus complète de la vascularisation placentaire, et potentiellement ouvrir de nouvelles perspectives pour la compréhension de pathologies telles que le RCIU.

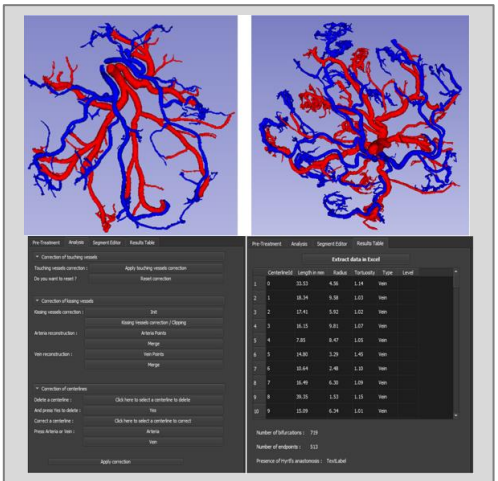

Fig. Résultats d'analyses et Plug-in

Références :

[1] Chen et al. Placenta 2017 ;[2] Dap et al. JIMR 2022 [3] Kazhdan et al Eurographics Symposium 2006 [4] Kerrien et al. MIA 2017