

MODELISATION NUMERIQUE DE LA PERFUSION HEPATIQUE : NOUVELLE METHODOLOGIE BASEE SUR DES OUTILS OPEN-SOURCE

Mohamed Amine CHETOUI^A, Pierre BEAUREPAIRE^A, Mathilde MORVAN^A, Antoine VACAVANT^A

^A Université Clermont Auvergne, Clermont Auvergne INP, CNRS, Institut Pascal, France

La perfusion hépatique permet la filtration du sang provenant de la veine porte (VP) et l'artère hépatique (AH) des nutriments, des médicaments et des toxines avant de l'expulser vers le cœur à travers la veine hépatique (VH). L'échange entre ces vaisseaux se produit au niveau des terminaisons appelées sinusoides d'un diamètre de l'ordre de 10 μ m. La modélisation réaliste d'un tel mécanisme présente plusieurs verrous scientifiques, notamment la grande différence de taille entre les vaisseaux à l'entrée du foie (\approx 1cm) et les sinusoides, ainsi que l'incapacité des techniques d'imagerie médicale à capter les vaisseaux de taille inférieure à 1mm. Un modèle multi-échelles récent de la perfusion pour les tissus hautement vascularisés a été introduit. Dans ce modèle, le tissu est assimilé à une superposition de plusieurs milieux poreux ayant des propriétés hydrauliques distinctes, appelés compartiments. Chaque compartiment est défini par un groupe de vaisseaux appartenant à un arbre vasculaire \mathcal{T} (VP, AH ou VH) et caractérisé par un ordre de taille de vaisseaux. Les propriétés hydrauliques sont déterminées à partir d'une reconstruction virtuelle et réaliste, générée par l'algorithme CCO, de l'arborescence invisible sur les images médicales. Dans ce travail, nous présentons un modèle élément finis multi-compartiments de la perfusion dans le parenchyme hépatique et nous proposons une nouvelle méthode de couplage entre cet écoulement et l'écoulement dans les vaisseaux principaux de diamètre supérieur à l'ordre du mm. Les géométries du foie et des vaisseaux principaux sont obtenues par traitement d'image à partir des séquences scanner disponibles dans la base de données de l'IRCAD¹. Les différents outils et algorithmes utilisés pour le développement de ce modèle seront publiés en open source. Le présent modèle permettra à la communauté scientifique d'étudier le mécanisme de la perfusion hépatique et l'effet de la modification des propriétés de la microcirculation sur l'écoulement dans les grands vaisseaux.

¹: 3D Image Reconstruction for Comparison of Algorithm Database. <https://www.ircad.fr/research/data-sets/>