

Modélisation de l'influence de la géométrie de la crosse aortique sur la pression artérielle

Marcela SZOPOS, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI

Yvon MADAY, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI

Nicole POUSSINEAU, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI

Ce travail a comme but la modélisation de l'écoulement sanguin dans l'aorte, vu comme un phénomène 3D fortement couplé d'interaction fluide-structure.

Dans notre modèle, le sang est considéré comme étant un fluide homogène, incompressible et newtonien, dont le comportement est régi par les équations de Navier-Stokes. La paroi de l'artère est modélisée comme un solide élastique homogène constitué d'un matériau de Saint-Venant Kirchhoff. Les deux systèmes d'équations sont couplés à trois niveaux : le couplage géométrique, pour avoir une compatibilité entre le domaine fluide et le domaine solide, le couplage en vitesse, pour que la vitesse du fluide et celle du solide soient les mêmes à l'interface et le couplage en efforts, pour avoir la continuité entre les contraintes du fluide et du solide.

Plusieurs difficultés sont à prendre en compte : le domaine de calcul est mobile, car la paroi de l'aorte est élastique; la modélisation se fait dans une petite portion du système artériel, donc il faut trouver des conditions appropriées à l'entrée et en sortie du vaisseau, pour tenir compte de ce qui se passe en amont et en aval; les densités du sang et de la paroi sont proches et par conséquent il faut utiliser une stratégie de couplage implicite, pour assurer la stabilité du schéma numérique; le couplage fort implique un coût de calcul des simulations assez élevé.

La principale application visée est l'aide à l'interprétation et à la décision pour traiter et prévenir le risque d'hypertension artérielle à l'âge adulte chez les patients opérés d'une pathologie spécifique dans l'enfance. Il s'agit de la coarctation de l'aorte, qui est une cardiopathie congénitale qui consiste en un rétrécissement de l'artère au niveau de la crosse.

La question porte sur l'existence d'un lien de causalité entre les modifications de la géométrie de la crosse aortique dues à cette opération et la pression artérielle. Nous présentons des résultats de simulations numériques qui nous ont permis d'obtenir des comportements conformes aux conclusions d'une étude des vitesses en IRM menée par une équipe de l'Hôpital Necker (Paris). Nous déterminons plusieurs quantités d'intérêt qui confirment l'apparition d'une réflexion plus précoce de l'onde de pression incidente venant du cœur dans le cas pathologique, ce qui induit des modifications dans l'écoulement du sang.

Marcela SZOPOS – szopos@ann.jussieu.fr

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 175, rue de Chevaleret, 75013, Paris

Yvon MADAY – maday@ann.jussieu.fr

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 175, rue de Chevaleret, 75013, Paris

Nicole POUSSINEAU – nicole.poussineau@ann.jussieu.fr

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 175, rue de Chevaleret, 75013, Paris