

OPTIMISATION DU TRAITEMENT ENDOVASCULAIRE SUR LA CROSSE AORTIQUE

Mots clés :

- **Directeur de thèse** : Gérard SOU
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire d'électronique et d'électromagnétisme
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

Résumé du projet de recherche (Langue 1)

Contexte Le principe du traitement endovasculaire de l'aorte a été développé en 1991 par Parodi [Parodi et coll., 1991]. La faisabilité et la moindre invasivité du traitement endovasculaire (TE) des anévrismes aortiques ont été validées depuis les années 90. Néanmoins, les lésions aortiques siégeant à proximité de la naissance de collatérales critiques continuent à ce jour à poser problème. Il en va de même si l'anatomie aortique présente des courbures. La crosse aortique (CA) concentre ces difficultés car elle donne naissance aux troncs supra aortiques (TSA) qui perfusent la tête et les membres supérieurs, présente une triple courbure et est animée d'une cinétique qui constitue en elle-même un challenge mécanique pour tout substitut vasculaire. Ceci explique le retard pris par le développement du TE des lésions de la CA. Le développement du procédé exige une meilleure connaissance de l'anatomie, de la morphométrie, du comportement mécanique physiologique et extra-physiologique de la CA et des interactions mécaniques avec tous les éléments et dispositifs mis en œuvre dans endoprothèse originale sur mesure. Cette étude doit permettre ensuite d'améliorer un premier prototype, original, que j'ai déjà imaginé et réalisé sur banc d'essai en faisabilité pour mon mémoire de Master en science. L'exhaustivité d'un tel travail en fait le projet de thèse.

Projet 1. Anatomie et physiologie de la CA L'anatomie de la CA normale paraît faire partie des connaissances classiques. Pourtant, malgré une littérature abondante, cette anatomie reste mal connue. La variété de naissance des TSA, celle des courbures et celle des variations de calibre font qu'une modélisation est complexe. Pourtant, la constitution d'un modèle morphométrique est une étape incontournable à la conception d'un implant adapté. L'anatomie pathologique est encore plus variée, rendant cette modélisation encore plus souhaitable mais encore plus difficile. Heureusement, les instruments actuels de manipulation des données tomodensitométriques permettent de faciliter cette modélisation. Donc j'exploiterai l'importante base de fichiers d'imagerie DICOM du CHU Pitié-Salpêtrière concernant la CA normale et pathologique, d'en extraire les données caractéristiques de chaque sujet pour produire un modèle géométrique paramétrique. Ce premier travail exige de traiter ainsi de nombreux fichiers DICOM provenant de sujets sans pathologie de la CA ou présentant une telle pathologie, à l'aide d'une station de travail de post-traitement radiologique. Les données caractéristiques seraient par la suite injectées dans un modèle géométrique numérique permettant de déduire les principaux morphotypes et leurs échelons dimensionnels. Ces modèles pourraient être exploités par une chaîne de prototypage rapide devant conduire à des moulages réalistes de la CA pathologique en élastomère destinés à alimenter des bancs d'essai. Ces modèles seraient comparés à des explants cadavériques humains. Tous les malades porteurs d'une lésion de la CA font actuellement l'objet de plusieurs études tomodensitométriques avant et après traitement. Les machines actuelles de tomodensitométrie ont une résolution temporelle suffisante pour analyser la cinétique de la CA et de ses implants en fonction des cycles physiologiques que sont la révolution cardiaque, la respiration, les efforts, la toux, l'éternuement etc. Cette cinétique serait étudiée de la même façon afin de servir de base pour fixer les consignes des bancs d'essai.

2. Construction de modèles et de bancs d'essai Je me propose de préparer alors plusieurs modèles de CA pathologique afin de tester le prototype : -In vitro Les moules élastomériques réalistes de CA pathologique humaine seront montés dans un circuit pulsé fin de permettre la simulation d'une implantation du prototype dans les conditions les plus variées. Par la suite ce modèle peut être transformé en banc d'essai en fatigue dont les consignes seraient fixées selon les résultats de l'étude cinétique déjà évoquée plus haut. -Chez le cadavre Le cadavre frais ou embaumé peut être perfusé pour donner un modèle encore plus réaliste, sans toutefois refléter les conditions pathologiques. Il s'agit toutefois d'une étape incontournable pour mettre au point le prototype et leur ancillaire. -Chez le gros animal La brebis des Préalpes, sans être trop coûteuse permet de disposer d'un modèle aux dimensions proches de l'être humain. Possédant une arche bovine à un seul TSA, elle ne permet de tester qu'un modèle (à une seule branche) du prototype) mais avec l'avantage de permettre d'étudier l'incorporation sur une durée de 6 mois à un an et de permettre une étude anatomo-histologique des explants.

3. Construction des implants et de l'ancillaire La construction de plusieurs implants, à une, deux ou trois branches du prototype et de leur ancillaire permettra l'évaluation sur les différents modèles. Dans le prototype, le cathétérisme de l'implant principal à partir de la branche collatérale revêt un aspect particulièrement stratégique. Jusqu'à présent, ce cathétérisme repose sur des manœuvres conventionnelles sous scopie X qui peuvent s'avérer difficiles. Je me propose d'intégrer des éléments électroniques. En particulier, un système électronique de boucle d'induction pouvant être détectées au passage de guides métalliques spéciaux pour faciliter la manœuvre, permettant une véritable navigation endovasculaire électromagnétique.

Hébergement et direction de la thèse Pour être menée à bien, cette étude sera menée en collaboration sur deux laboratoires : Le service et le laboratoire de chirurgie vasculaire du CHU Pitié-Salpêtrière dirigé par le professeur Fabien Koskas, qui se sont investis dans le développement du TE des anévrismes aortiques depuis les années 90 et a développé plusieurs solutions innovantes dans ce domaine, et sont les commanditaires médicaux de cette thèse. Le Laboratoire d'Electronique et Electromagnétisme de l'UPMC dans lequel Gérard Sou et son équipe étudient et développent des systèmes électroniques pour applications médicales en assurent la direction au sein de l'UFR d'ingénierie.