

Offre de Travail de Fin d'Étude/Master Biomécanique

Sujet :

Développement et caractérisation biomécanique de modèles de fantômes d'anévrismes cérébraux non rompus.

Equipe d'encadrement :

- Hélène Magoariec MCF, helene.magoariec@ec-lyon.fr (LTDS)
- Cyril Pailler-Mattei PU, cyril.pailler-mattei@ec-lyon.fr (LTDS)

Contexte et motivation

Les anévrismes intracrâniens (AIC) sont des dilatations localisées des artères cérébrales, dont la rupture peut provoquer une hémorragie sous-arachnoïdienne, une pathologie associée à une mortalité élevée et à des séquelles neurologiques graves. In vivo, ces anévrismes se caractérisent par des formes complexes, des épaisseurs non homogènes et des propriétés mécaniques anisotropes, ce qui rend leur étude particulièrement ardue. Actuellement, l'évaluation du risque de rupture repose principalement sur des critères morphologiques (taille, rapport profondeur/largeur) et des facteurs de risque épidémiologiques. Cependant, ces approches ne tiennent pas compte des propriétés mécaniques locales de la paroi anévrismale, un paramètre clé pour comprendre les mécanismes de rupture.

Pour répondre à ce défi, le développement de fantômes biofidèles d'anévrismes constitue une étape essentielle. Ces fantômes permettent de tester et valider des modèles prédictifs (comme ceux basés sur l'apprentissage machine) sans recourir systématiquement à des expérimentations animales, tout en couvrant une large diversité de cas cliniques.

À ce jour, aucun modèle de fantôme anévrismal ne permet de mimer fidèlement le comportement mécanique de la paroi anévrismale, que ce soit en termes de géométrie, d'épaisseur ou de rigidité.

Objectif 1 : Développement et caractérisation de fantômes biofidèles

Ce stage propose de développer et caractériser des fantômes d'anévrismes intracrâniens biofidèles, en explorant deux voies de fabrication complémentaires : l'impression 3D et le moulage. Les fantômes devront reproduire :

- des géométries complexes (patient-spécifiques),
- des épaisseurs hétérogènes,
- des propriétés mécaniques anisotropes.

Après fabrication, les fantômes devront être localement dégradés afin de simuler le comportement de la paroi anévrismale.

Les résultats obtenus alimenteront un modèle prédictif du comportement rhéologique des anévrismes, développé en parallèle dans le cadre du projet PRAnévrisme.

La caractérisation mécanique des fantômes sera réalisée via un dispositif interne de visualisation du champ de contrainte, s'appuyant sur une méthode de corrélation d'images. La dégradation de la paroi vasculaire pourra être observée par microscopie électronique à transmission (MET) ou microscopie confocale.

Objectif 2 : Tests sur artères de lapin ex vivo

En parallèle du travail réalisé sur les artères fantômes, des tests seront effectués sur des artères de lapin ex vivo. L'objectif sera d'induire une dégradation de la paroi vasculaire du tissu animal et de la quantifier sur le banc d'essai. Ce travail sera mené en collaboration avec VetagroSup.

Conditions du stage, contacts et candidature

Le stage, d'une durée de 6 mois à partir d'avril 2025, se déroulera au LTDS (CNRS, UMR 5513) sur le site de l'Ecole Centrale de Lyon.

Les candidatures (lettre de motivation, CV, relevés de notes L1 à M2) sont à envoyer à helene.magoariec@ec-lyon.fr et cyril.pailler-mattei@ec-lyon.fr