

Offre de thèse en biomécanique

Vers un outil d'aide à la décision pour le traitement des anévrismes par endochirurgie

Description du sujet de thèse

Choisir l'endoprothèse (EP) la mieux adaptée à un patient donné, sur des critères mécaniques, représente une des pistes privilégiées pour minimiser les risques mécaniques in vivo et complications associés au traitement endovasculaire des anévrismes de l'aorte abdominale (AAA). Dans ce contexte, l'intérêt de la simulation numérique est considérable. Pourtant, les études sur la modélisation du comportement mécanique des EP sont quasi-inexistantes, malgré l'origine essentiellement mécanique des problèmes de durabilité constatés dans les nombreuses études cliniques.

Dans ce cadre, l'approche démarrée en 2009 au CIS, en collaboration avec le laboratoire 3S-R et le service de Chirurgie Cardiovasculaire du CHU de Saint Etienne a d'ores et déjà apporté une contribution originale et significative à la caractérisation mécanique de ces systèmes complexes. L'équipe est maintenant en possession d'un modèle numérique complet de type éléments finis, permettant d'évaluer la réponse mécanique des EP soumises à des déformations in vivo. Afin d'évaluer précisément la durée de vie mécanique des EP in vivo, il est maintenant nécessaire de simuler le geste de pose qui conditionne l'état mécanique initial du système. Les objectifs de cette thèse sont donc les suivants :

1 - Développement d'un simulateur de pose d'EP : la démarche actuelle sera poursuivie afin de simuler la pose de n'importe quelle EP dans un AAA réel.

2 - Développement d'un outil d'aide à la décision : le simulateur sera utilisé pour estimer la durée de vie de l'EP in vivo. Il constituera un outil d'aide au choix d'une EP.

3 - Diminution du nombre de ré-interventions : au terme de ce projet, l'outil sera utilisé dans le cadre de la collaboration avec le service de Chirurgie Cardiovasculaire du CHU St Etienne. L'objectif ultime est de faire diminuer le taux d'interventions secondaires, qui est actuellement de 20% après 5 ans, à 5% après 15 ans.

Ce travail requiert la mise au point d'une méthode d'évaluation de la durée de vie des EPs in vivo. Cette dernière débouchera sur un outil permettant de qualifier les EPs selon un ensemble de critères prédéfinis en collaboration avec les cliniciens.

L'outil visant à estimer la durée de vie d'une EP est basé sur la simulation du geste de pose complet de l'EP dans une artère pathologique de géométrie donnée - ceci constitue le point de départ de la « vie mécanique » de cette EP - puis la simulation des sollicitations mécaniques qu'elle y subit. La simulation du largage sera validée en réalisant des largages d'EP dans des fantômes, in situ dans le tomographe à rayons X du 3SR, le geste étant réalisé par un chirurgien. Ce dernier point est primordial afin de conserver le geste de pose réel, non influencé par l'œil du mécanicien, et ainsi enrichir la validation. Par suite, la simulation

de l'application de la pression artérielle sur le dispositif permettra de déterminer l'amplitude de variation des contraintes locales dans les éléments (stents et textile) du dispositif in vivo et ainsi estimer la durée de vie en fatigue de l'EP.

Le second outil visant à guider le chirurgien dans le choix et le dimensionnement de l'EP sera basé sur la méthode numérique présentée ci-dessus. Elle sera utilisée pour simuler la pose et évaluer des critères de décision pertinents en clinique dont une sélection sera établie avec le chirurgien partenaire. Ces critères, objectifs, basés sur la problématique mécanique, fourniront des points d'appui fiables lors du processus de décision préopératoire.

En pratique clinique, la démarche sera totalement personnalisée, la géométrie de l'AAA du patient et l'amplitude de pression artérielle étant obtenues par les examens préopératoires habituels.

Profil du candidat

Les compétences scientifiques nécessaires au regard de ces objectifs reposent principalement sur des connaissances en mécanique, mécanique des grandes transformations et simulation numérique. Une expérience dans le domaine de la biomécanique (vasculaire) sera considérée avec intérêt, ainsi que des aptitudes expérimentales qui seront nécessaires en phase de validation du modèle. En outre, compte tenu du contexte fortement pluridisciplinaire, le candidat devra faire preuve de bonnes capacités d'adaptation, de gestion de projet et de communication afin de mener à bien ce projet dans cet environnement multi-culturel.

Etablissement d'accueil

Centre ingénierie et Santé - Ecole des Mines de Saint Etienne - France

Le Centre Ingénierie et Santé est l'un des 5 centres de recherche et d'enseignement de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne. Ce centre a été créé en 2004. Il est composé d'environ 25 personnels permanents (dont environ 20 enseignants chercheurs) et la même proportion de doctorants post-doctorants. Ses thématiques de recherche sont transverses et multidisciplinaires, combinant l'ingénierie et les sciences de la santé.

Parmi ces thématiques, la biomécanique, focalisée sur le comportement des tissus mous, est très importante. L'équipe de recherche Biomécanique & Biomatériaux (B2M) s'est développée sous l'impulsion de Stéphane AVRIL, recruté en novembre 2007. Pierre BADEL a rejoint l'équipe B2M en 2009 pour développer la recherche sur les propriétés mécaniques des tissus mous vasculaires, et en particulier les aspects liés à la modélisation numérique. L'interprétation et l'analyse des phénomènes mécaniques observés dans la pratique du traitement par endoprothèses clinique nécessitent une expertise en chirurgie vasculaire. C'est pourquoi le CHU de Saint-Etienne joue un rôle majeur dans ce projet. Cette association a d'ailleurs déjà permis d'offrir des perspectives cliniques prometteuses. Elle sera indispensable pour mener à bien et atteindre les objectifs fixés dans ce projet.

Contacts

BADEL Pierre – Centre Ingénierie et Santé – badel@emse.fr – 04 77 42 02 60

AVRIL Stéphane – Centre Ingénierie et Santé – avril@emse.fr – 04 77 42 01 88