

Prédiction du risque de hernie abdominale par imagerie dynamique et outils biomécaniques

Présentation

Cette thèse permettra d'intégrer l'équipe multidisciplinaire associant un acteur industriel majeur des dispositifs médicaux, des biomécaniciens, des chirurgiens et des spécialistes de l'imagerie médicale qui travaillent sur le comportement mécanique de la paroi abdominale, dans le but d'améliorer la prise en charge chirurgicale des hernies abdominales.

Contexte

Une hernie abdominale correspond à une rupture de la sangle musculo-aponévrotique de l'abdomen localisée sur une cicatrice chirurgicale (éventration) ou sur une zone de faiblesse naturelle (hernie primaire). Cette rupture entraîne la protrusion d'une partie du contenu de la cavité abdominale à travers la paroi musculaire. Ces pathologies sont fréquentes, entraînant des enjeux médico-économiques importants. Les taux de récurrences à la suite d'une chirurgie de réparation d'hernie restent importants probablement dû à un manque de standardisation et de personnalisation du geste chirurgical et du suivi patient post-opératoire.

A ce jour, peu de connaissances scientifiques sont disponibles pour comprendre les mécanismes qui conduisent à une hernie. Le type d'intervention chirurgicale influence les propriétés mécaniques de la paroi réparée. La croissance et le remodelage de nouveaux tissus doivent permettre de résister aux forces mises en jeu au niveau de la paroi abdominale. Ces forces peuvent varier d'un patient à l'autre en fonction des caractéristiques biomécaniques de la paroi et des comorbidités du patient (ex : Indice de Masse Corporelle).

Plusieurs questions de recherche peuvent être avancées :

- Quels sont les paramètres biomécaniques intéressants pour la prédiction du risque d'hernie?
- Quels sont les seuils d'efforts mécaniques aboutissant à une mauvaise qualité ou à un endommagement des néo-tissus ?
- Quel est le rôle de la contraction musculaire dans la rupture de la sangle abdominale et dans l'altération des propriétés matériaux des nouveaux tissus ?
- Quels sont les paramètres biomécaniques mesurables permettant l'adaptation du geste chirurgical ?

Aujourd'hui aucun outil utilisable en pratique clinique n'est validé pour répondre à ces questions.

Plusieurs systèmes innovants sont en cours d'évaluation pour la caractérisation du comportement biomécanique de la paroi abdominale in vivo, basés sur de l'imagerie médicale ou sur des dispositifs physiques non invasifs. L'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) dynamique et l'élastographie semblent être des moyens d'analyses prometteurs pour la quantification des propriétés

mécaniques. D'autres outils spécifiquement développés pour une analyse mécanique ont récemment émergé, correspondant à des ceintures équipées de capteurs d'efforts/déformations (dont l'une brevetée par le Laboratoire de Biomécanique Appliquée).

Ces outils pourraient permettre :

- L'amélioration de la prévention des éventrations par l'identification des patients à risque
- La caractérisation de la paroi abdominale *in vivo* permettant une planification chirurgicale personnalisée pour la réparation des hernies : choix de l'implant (modèle, taille), positionnement de l'implant et type de fixation notamment
- Un suivi post-opératoire plus avancé et personnalisé permettant de détecter rapidement la dégradation de la réparation

En parallèle du développement de ces méthodes expérimentales, des outils numériques basés sur la modélisation et la simulation du comportement de la paroi abdominale pourront être utilisés pour apporter des éléments de compréhension supplémentaires.

Objectifs de la thèse et descriptif de la mission

Cette thèse comportera un volet expérimental ayant pour objectif d'identifier les paramètres mécaniques par imagerie médicale ou par outil physique non invasif corrélés au risque d'échec de la réparation chirurgicale.

Elle comportera également un volet numérique, portant sur la modélisation de la pathologie et la simulation patient-spécifique pour la planification chirurgicale.

La thèse comportera plusieurs missions :

- Analyse de la littérature sur les facteurs épidémiologiques et cliniques d'éventrations pour sélectionner des patients et interventions à risque
- Analyse des données existantes sur sujet sains et patients des différents outils envisagés : IRM dynamique, élastographie, ceinture instrumentées
- Identification du paramètre identifiant le mieux les sollicitations subies par la paroi
- Optimisation et évaluation de chaque outil lors d'efforts stéréotypés
- Mise au point du protocole d'étude qui sera utilisé sur des patients avant et après une chirurgie de l'abdomen (IRM dynamique, élastographie, ceinture optimisée)
- Conduite d'une étude exploratoire sur patients en collaboration avec des cliniciens
- Détermination de la méthodologie optimale pour caractériser mécaniquement la paroi abdominale
- Contribuer à la validation du modèle numérique de la paroi abdominale développé par Medtronic

Profil du candidat

De profil ingénieur mécanique ou biomécanique, vous êtes motivé et intéressé pour mettre vos compétences d'ingénieur au service de la médecine.

Vous êtes autonome, curieux et vous avez envie de découvrir et de maîtriser de nouveaux outils.

Informations pratiques

La thèse se déroulera au sein de la société Medtronic à Trévoux (Ain), en collaboration avec le Laboratoire de Biomécanique Appliquée (LBA) de Marseille (Bouches du Rhône), Unité mixte de recherche entre l'Université Aix-Marseille et l'Université Gustave Eiffel. Le laboratoire se situe sur le campus de la faculté de médecine nord, à proximité du centre hospitalier universitaire Nord de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille.

Les encadrants de cette thèse seront :

- Anicet LE RUYET et Arthur JOURDAN de la société Medtronic
- Dr Thierry BEGE, chirurgien viscéral, et Catherine MASSON, DR au LBA