Modélisations du Disque Intervertébral

Equipe de Biomécanique Cardiovasculaire (EBC)
IRPHE, UMR6594

Contexte :

Le disque intervertébral (DIV) est une structure hétérogène complexe qui assure d'une part la mobilité du rachis et d'autre part permet une répartition homogène des contraintes mécaniques subies par les corps vertébraux. Cette double faculté tient à une très forte teneur en eau et à la présence de macromolécules à très fort poids moléculaire: les protéoglycanes (PG). Ces molécules sont électro négatives et attirent les molécules d'eau: elles engendrent ainsi une pression osmotique dans le disque qui contrebalance la pression hydraulique résultant du chargement mécanique. La teneur en eau ainsi que la présence et la quantité de PG dans le DIV diminuent selon un processus naturel tout au long de la vie, mais il s'avère que ce processus dégénératif est chez certains sujets beaucoup plus rapide. Bien que des facteurs génétiques ou biologiques soient également impliqués dans cette dégénérescence, des facteurs purement mécaniques sont reconnus comme pouvant avoir un rôle non négligeable.

Nous avons élaboré dans des travaux précédents un modéle osmotico-mécanique du disque dans lequel le disque est assimilé à un milieux poreux saturé par une phase fluide. Des ions, en solution dans la phase aqueuse, engendrent le potentiel osmotique responsable de la pression osmotique interne du DIV. Ce modèle mécanique rendant compte avec suffisamment de réalisme du comportement mécanique du disque (déformations, variation des teneurs en eau, etc) nous avons cherché à comprendre quels pouvaient être les facteurs mécaniques qui influençaient la présence des PG et donc de la teneur en eau du DIV. Les PG sont synthétisés par des cellules présentes dans le DIV dont la viabilité dépend de l'apport en nutriments (oxygène et glucose). Le DIV n'étant pas vascularisé ces apports, comme d'ailleurs l'évacuation des produits du métabolisme cellulaire, ont lieu par un processus diffusionnel à travers la phase aqueuse depuis les corps vertébraux. Nous avons ainsi pu montrer la très forte dépendance de l'efficacité de ces apports vis à vis de certains paramètres comme le chargement, la porosité, etc.

Des études biochimiques récentes permettent de supposer que la régulation du pH dans le DIV est un paramètre important de la synthèse des PG. L'activité de synthèse cellulaire est en effet très dépendante de ce paramètre.

Objectif :

Le travail proposé consistera à améliorer le modèle du DIV en prenant en compte notamment les non-linéarités mécaniques et en rendant la population cellulaire discale dépendante du pH intradiscal. Des expériences in vitro (essais de gonflement dans des solutions isotoniques - spectroscopie par résonance magnétique nucléaire de P31) sont également prévues afin de valider les résultats du modèle.

Ces travaux de recherche sont réalisés en collaboration avec le Pr Tropiano du Service de Chirurgie du Rachis de l'Hôpital Nord de l'APH-Marseille.

Contacts

Olivier Boiron : olivier.boiron@ec-marseille.fr, Valérie Deplano : deplano@irphe.univ-mrs.fr