

## Régénération ligamentaire : vers un changement de paradigme dans la prise en charge chirurgicale des ruptures du ligament croisé antérieur ?

Véronique Viateau

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) ou ligament croisé crânial chez le chien (LCCr) constitue la principale cause d'arthrose du genou. L'absence de cicatrisation naturelle du ligament rend la prise en charge chirurgicale nécessaire chez les sujets sportifs et chez le chien. Le traitement chirurgical de référence chez l'homme est le remplacement intra-articulaire du ligament rompu par une autogreffe tendineuse. Cette stratégie présente néanmoins plusieurs limites (morbidity liée au prélèvement du greffon, délai de plusieurs mois avant la reprise d'une activité normale, risque de rupture prématurée du greffon, perte de proprioception lors de résection du ligament). Chez le chien, la difficulté de réaliser un remplacement intra-articulaire performant a conduit au développement de techniques d'ostéotomies (techniques de références actuelles) dont l'objectif est de supprimer la laxité antérieure lors de la mise en charge, le comportement biomécanique normal de l'articulation n'étant toutefois pas restauré. La possibilité de régénérer ou remplacer le ligament rompu par l'utilisation de polymères offrant un support à la régénération tissulaire, l'apport de cellules et des facteurs de croissance permettraient de palier aux limites des techniques actuelles chez l'homme comme chez le chien.

Plusieurs techniques, utilisables dans le cadre de ruptures fraîches et permettant la régénération du ligament rompu à partir de ses reliquats ont récemment fait leurs preuves dans des modèles animaux et sont, pour certaines depuis peu appliquées en clinique chez l'homme : techniques « d'**augmentation** » utilisant une matrice associée à des facteurs de croissance (Bridge Enhanced ACL Repair), techniques de **renfort** utilisant des ligaments synthétiques résorbables ou non, parfois fonctionnalisés afin d'en améliorer la colonisation cellulaire, faisant office de tuteur pendant la cicatrisation du ligament natif. Celles-ci ne bénéficient néanmoins pas actuellement d'un recul au long cours.

Les techniques de **remplacement** du ligament utilisant des ligaments synthétiques (polymères) associés à des cellules et facteurs de croissance ont fait l'objet de nombreuses études *in vitro* et *in vivo*. Aucune n'a cependant pour l'instant débouché sur une application clinique concluante. De nombreux verrous restent à lever : (i) les performances biomécaniques insuffisantes des ligaments synthétiques (taux élevés de rupture, ancrages osseux ne présentant pas les performances biomécaniques de l'interface naturelle os-ligament) ; (ii) la difficulté d'obtenir un couplage harmonieux entre résorption du polymère et colonisation cellulaire ; (iii) la nécessité de prendre en compte les variations inter-individuelles de conformation anatomique, de comportement biomécanique et de réponse inflammatoire, facteurs reconnus d'échec ; (iv) la progression de l'arthrose en dépit de la stabilisation articulaire. La simulation et la bio-impression 3D en améliorant la compréhension de l'environnement complexe dans lequel se fait le remplacement ligamentaire, la conception des implants et la planification opératoire devraient permettre d'en lever certains en ouvrant la voie à une médecine personnalisée dans ce domaine.

1. E Bakirci, O Guenat, S Ahmad, B Gantenbein. Tissue engineering approaches for the repair and regeneration of the anterior cruciate ligament. Towards 3D bioprinted ACL-on-chip. European cells and materials 2022, Vol 44, 21-42.
2. Barnett SC, Murray MM, Badger GJ; BEAR Trial Team, Yen YM, Kramer DE, Sanborn R, Kiapour A, Proffen B, Sant N, Fleming BC, Micheli L Earlier Resolution of Symptoms and Return of Function After Bridge-Enhanced Anterior Cruciate Ligament Repair As Compared With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Orthop J Sports Med. 2021 Nov 9; 9 (11)
3. E Maurice, A Luiz Reis Rangel, A Leroux H ElHafci, D Pichard, M Manassero, T Godineau, M Manassero, J Vial, G Schmitt, S Speicher Mentges, M Vandenteene, M Cucchiaroni, V Migonney, V Viateau. The effect of pNaSS grafting of knitted poly( $\epsilon$ -caprolactone) artificial ligaments on *in vitro* mineralization and *in vivo* osseointegration. Materiala, Vol 21, March 22.
4. Viateau V, Manassero M, Anagnostou F, Guérard S, Mitton D, Migonney Biological and biomechanical evaluation of the ligament advanced reinforcement system (LARS AC) in a sheep

model of anterior cruciate ligament replacement: a 3-month and 12-month study. *Arthroscopy*.  
2013 Jun;29(6):1079-88.