

» Communication courte

Prévention des ruptures du ligament croisé antérieur et récupération après reconstruction

Prevention of anterior cruciate ligament rupture and recovery after reconstruction

BENOÎT PAIROT DE FONTENAY (PT, PhD)

Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (CIRRIS), Université Laval, Québec

L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt en relation avec cet article

Keywords

Knee, ligamentoplasty, biomechanic, dynamic valgus

Mots clés

Genou, ligamentoplastie, biomécanique, valgus dynamique

Abstract

Anterior cruciate ligament (ACL) lesion is a frequent injury with important societal and individual consequences. After ACL reconstruction the results in terms of return to sport at pre-injury level and re-injury rates are not fully satisfactory. How to improve? Is prevention of ACL lesion possible? And if a lesion occurs, what can we change in rehabilitation protocols after ACL reconstruction?

This paper reports the main results of investigations performed by our research team in the centre de recherche et d'innovation sur le sport à Lyon (CRIS, France). From our studies, prevention of ACL lesion in female athletes is possible through easy to implement prevention programs. Moreover, the analysis of alterations in patients when they to return to sport after ACL reconstruction allows suggesting modifications of rehabilitation protocols.

Résumé

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est une pathologie fréquente aux conséquences sociétales et individuelles importantes. Les résultats de la reconstruction chirurgicale du LCA ne sont pas totalement satisfaisants avec un faible taux de reprise du sport au niveau antérieur et un risque fort de récurrence. Alors que pouvons-nous améliorer? Est-il possible de prévenir les lésions du LCA? Et s'il y a lésion, quelles modifications sont à apporter dans la prise en charge après reconstruction chirurgicale?

Cet article rapporte les principaux résultats des travaux de recherche réalisés par notre équipe au centre de recherche et d'innovation sur le sport à Lyon (CRIS, France). Il ressort de ces recherches que la prévention des ruptures du LCA chez les athlètes féminines est une réalité, grâce à des programmes de prévention simples à mettre en place. De plus, l'analyse des déficits présents chez les patients au moment de la reprise du sport après reconstruction du LCA permet de proposer des pistes d'amélioration des protocoles de rééducation.



Introduction

La rupture du Ligament Croisé Antérieur (LCA) est la plus fréquente des entorses graves du genou⁽¹⁾. C'est une pathologie associée à la pratique sportive⁽²⁾, plus particulièrement au football, basketball et ski alpin. La rupture du LCA engendre une laxité

au niveau du genou qui peut empêcher la reprise de la pratique sportive, et à plus long terme, entraîne une détérioration des structures avoisinantes (ménisques, cartilage, ...)⁽³⁾.

Le traitement préconisé chez les sportifs, après rupture du LCA, consiste en une reconstruction chirurgicale du ligament⁽⁴⁾. A la

suite de l'opération, une longue période de rééducation débute, primordiale pour récupérer la mobilité, la force et la stabilité active au niveau du genou. L'objectif des séances de rééducation est de retrouver la symétrie entre le Membre Inférieur Opéré (MI-O) et le Membre Inférieur Non-Opéré (MI-NO)⁽⁵⁾ afin de permettre la reprise du sport aux alentours des 7 mois post-opératoires⁽⁶⁾.

L'avancée des connaissances sur l'anatomie, la physiologie et la biomécanique du genou et du LCA permettent aux chirurgiens de perfectionner les techniques de reconstruction. De plus, les progrès constants des connaissances dans le domaine de la rééducation permettent de préciser et d'individualiser les protocoles de rééducation après rupture du LCA. Pourtant, le taux de reprise du sport chez les sportifs amateurs est de seulement 63 %. Également, 10 % des patients subiront à nouveau une rupture du LCA⁽⁷⁾. Malgré toutes les avancées réalisées ces dernières années, les résultats après reconstruction du LCA ne sont donc pas complètement satisfaisants. Alors que pouvons-nous améliorer ? Est-il possible de prévenir les lésions du LCA ? Et s'il y a lésion, quelles modifications sont à apporter dans la prise en charge après reconstruction chirurgicale ?

Prévention des lésions

La prévention des ruptures du LCA est un sujet de première importance étant donné les conséquences individuelles et sociétales d'une telle lésion. Pour synthétiser les données scientifiques, nous avons effectué une revue de la littérature sur les facteurs de risque potentiels de lésion du LCA et les possibilités de prévention⁽⁸⁾. Nous nous sommes intéressés aux athlètes féminines, chez qui le taux de rupture du LCA est 2 à 3 fois plus important par rapport à leurs homologues masculins.

Les études transversales sélectionnées dans cette revue mettent en avant des différences anatomiques, hormonales et neuromusculaires entre hommes et femmes pour expliquer le taux plus important de rupture et c'est au niveau neuromusculaire que ces différences sont les plus marquantes. Ces distinctions se retrouvent principalement lors des mouvements à risque pour le LCA, à savoir les changements de direction et les réceptions de sauts. Effectivement,

lors de ces mouvements, les stratégies mises en œuvre sont totalement différentes entre hommes et femmes. Chez la femme, l'absorption des impacts et la stabilisation du membre inférieur seraient insuffisantes, augmentant ainsi les contraintes sur LCA.

En ce qui concerne les programmes de prévention, la littérature montre une possibilité de réduction de 74 % du nombre de ruptures du LCA chez les athlètes féminines⁽⁹⁾. La combinaison d'un travail de renforcement musculaire, avec un travail d'équilibre et de pliométrie en position d'« anti valgus-dynamique » donnerait les meilleurs résultats.

A partir de ce constat, nous avons souhaité comparer, chez de jeunes joueuses, deux programmes de prévention des ruptures du LCA à un programme habituel de préparation physique⁽¹⁰⁾. Les deux programmes de prévention ont été élaborés en vue d'un double objectif : la diminution des facteurs de risque potentiels de rupture du LCA et l'amélioration de la performance de saut. L'adhésion des entraîneurs, préparateurs physiques et athlètes au programme de prévention est essentielle pour optimiser les résultats. À ce titre, le programme de prévention, pour être attractif, doit également permettre d'améliorer les performances sportives. Nous avons donc établi deux protocoles de prévention qui reprenaient les éléments clés déterminés dans la littérature pour prévenir les lésions et également améliorer les performances de saut. Le premier programme était composé de répétitions physiques des différents exercices, alors que le deuxième combinait répétitions physiques et mentales (imagerie motrice). Cet entraînement combiné a été choisi car l'imagerie motrice est un moyen de diminuer les contraintes physiques tout en maximisant les gains en termes de performance⁽¹¹⁾.

D'après les résultats de notre étude, les effets des programmes de prévention sur les facteurs de risques potentiels de rupture du LCA sont limités. Par contre, le programme de prévention avec répétitions physiques était plus efficace pour augmenter la performance de saut que la préparation physique habituelle en basket-ball. Ceci est un point important pour motiver les entraîneurs, préparateurs physiques et athlètes à intégrer ce type de programme dans leur planification. De plus, l'intégration de l'imagerie motrice est une

Paramètre	Articulation	MI-O	MI-NO	Significativité
Hauteur de Saut (cm)		16 ± 0,06 **	21 ± 0,04	p < 0,01
Durée de la Phase d'Impulsion (ms)		464 ± 68	465 ± 105	p = 0,96
Angle Articulaires au Décollage (°)	Hanche	160,78 ± 8,43	166 ± 5,60	p = 0,11
	Genou	14,82 ± 9,05 **	2,22 ± 7,54	p < 0,01
	Cheville	134,00 ± 8,22 **	145,79 ± 8,87	p < 0,01
	Total	4,60 ± 0,70 *	5,34 ± 0,81	p < 0,05
Angle Articulaires au Décollage (°)	Hanche	1,23 ± 0,48	1,52 ± 0,66	p = 0,24
	Genou	1,32 ± 0,74	1,60 ± 0,71	p = 0,22
	Cheville	2,05 ± 0,84	2,22 ± 0,88	p = 0,40

> Tableau 1: hauteur de saut (cm), durée de la phase d'impulsion (ms) et angles articulaires (°) au décollage de la hanche, du genou et de la cheville du Membre Inférieur Opéré (MI-O) et du Membre Inférieur Non-Opéré (MI-NO). Moment articulaire total (N.m/kg) et moment articulaire maximal (N.m/kg) de la hanche, du genou et de la cheville du MI-O et du MI-NO (moyenne ± écart-type). D'après Pairot de Fontenay⁽¹⁸⁾.

piste prometteuse pour réduire les contraintes physiques subies par les athlètes lors des entraînements sans pour autant affecter la performance de saut.

Les effets des programmes de prévention des ruptures du LCA sur le système neuromusculaire des athlètes féminines semblent limités. Cependant leur mise en place est simple, peu onéreuse et efficace à la fois pour diminuer le nombre de rupture du LCA et améliorer la performance sportive. La diffusion des connaissances auprès des professionnels de la santé et du sport est donc un élément primordial pour que ces programmes de prévention soient mis en place à grande échelle dans les clubs sportifs.

Après reconstruction du LCA

La prévention des ruptures du LCA est un domaine en émergence et très prometteur. Néanmoins, ces avancées ne permettront pas de prévenir toutes les lésions. Et dans ce cas, que peut-on modifier pour améliorer les résultats post-ligamentoplastie ?

Actuellement, plusieurs paramètres sont utilisés pour suivre la récupération après reconstruction du LCA ⁽¹²⁾:

- 1) les paramètres cliniques comme l'œdème, la douleur, la mobilité et la stabilité du genou;
- 2) les paramètres subjectifs comme l'évaluation subjective du International Knee Documentation Committee (IKDC); et
- 3) les paramètres objectifs comme la mesure de la translation tibiale antérieure et l'évaluation de la récupération musculaire. Pour évaluer la récupération musculaire, deux principaux types de tests sont recommandés ^(5,13,14): le test isocinétique et les tests fonctionnels.

Le test isocinétique, réalisé sur ergomètre isocinétique, permet de quantifier la récupération musculaire de façon analytique. C'est un test valide et fiable pour mesurer notamment le pic de couple de force des muscles extenseurs et fléchisseurs du genou ^(15,16). Même si le paramètre force est indiscutablement important pour évaluer la récupération d'un patient, la réalisation d'un mouvement analytique de flexion/extension du genou ne correspond pas aux mouvements exécutés lors d'une activité sportive. Au contraire, au cours de la pratique sportive, la réalisation des mouvements sollicite une combinaison de paramètres. En plus du paramètre force, des paramètres tels que la vitesse, la coordination, l'amplitude articulaire et la stabilité articulaire dynamique entrent



› Figure 1: kinogramme moyen en position initiale et au décollage d'un squat jump monopodal. D'après Pairot de Fontenay ⁽¹⁸⁾.

en jeu. La récupération de la combinaison optimale correspond à la récupération fonctionnelle et est évaluée par des tests spécifiques. Ces tests utilisent des mouvements explosifs monopodaux, impliquent la hanche, le genou et la cheville, et sont proches des mouvements rencontrés lors de la pratique sportive (p. ex. saut vertical, saut en longueur, ...). La performance de saut, généralement mesurée en termes de hauteur ou de distance, permet de mettre en évidence la récupération fonctionnelle globale du membre inférieur testé.

Quel est le niveau de récupération fonctionnelle au moment de la reprise du sport ?

Nous avons testé des patients 7 mois après reconstruction du LCA ⁽¹⁷⁾. Lors d'un saut vertical, la performance moyenne sur le MI-O était inférieure de 24% à celle du MI-NO. Afin de déterminer les possibles causes de ce déficit, nous avons analysé les données cinématiques (par caméra à haute fréquence) et dynamiques (plateforme de force) des patients (Tableau 1). Tout d'abord, il a été retrouvé une extension moins importante du genou (-13°) sur le MI-O par rapport au MI-NO au décollage. Il est possible qu'un phénomène de « surprotection » du genou se développe après la chirurgie et tend à limiter l'extension du genou. Il a été démontré que les facteurs psychologiques, comme la peur de la récurrence, limitent la récupération fonctionnelle après reconstruction du LCA. Au cours d'un mouvement dynamique, et en relation avec la contrainte anatomique, les muscles antagonistes jouent un rôle de « frein » contre le mouvement pour protéger l'articulation. Nous pouvons suggérer qu'une contraction des ischio-jambiers freine de façon précoce l'extension du genou lors du saut vertical. De plus, cette limitation d'extension se répercute sur la flexion-plantaire de la cheville qui elle aussi est diminuée (-12° au décollage). Ces deux limitations articulaires peuvent réduire la production d'énergie verticale après reconstruction du LCA et expliquer la diminution de performance (Tableau 1).

Nous avons également retrouvé un moment de force total inférieur de 14%. Étant donné que le moment de force est principalement le résultat des forces musculaires, nous pouvons suggérer que la récupération musculaire globale n'est pas complète sur le MI-O par rapport au MI-NO après reconstruction du LCA. Enfin, nous avons noté une diminution de 34% de la puissance articulaire de la cheville ⁽¹⁷⁾.

Les résultats de cette étude confortent ceux retrouvés dans la littérature, à savoir la présence de déficits cinématiques et dynamiques lors de tests fonctionnels au moment de la reprise du sport après reconstruction du LCA. Il est important de noter que ces déficits ne se concentrent pas seulement au niveau du genou opéré mais également au niveau de la cheville du MI-O. Augmenter la part de travail pluri-articulaire et fonctionnel est donc primordial pour améliorer la récupération des patients.

Lorsqu'un clinicien évalue la récupération après reconstruction du LCA, il recherche les asymétries présentes entre le MI-O et le MI-NO. Deux questions se posent alors :

- 1) Étant donné qu'il existe des asymétries physiologiques chez les sujets sains, celles retrouvées chez les patients sont-elles vraiment pathologiques ?

2) Est-ce que le MI-NO, qui est la référence utilisée en clinique, est une référence fiable pour déterminer la récupération des patients ?

Tout d'abord en ce qui concerne les asymétries. Nous avons comparé celles présentes chez des patients après reconstruction du LCA et chez des sujets sains ⁽¹⁹⁾. Comme attendu, nous avons retrouvé des asymétries significativement plus importantes chez les patients. En terme de hauteur de saut tout d'abord et au niveau des trois articulations du membre inférieur également. Cependant, seules les asymétries plus importantes des amplitudes de la hanche et de la cheville impactaient la performance de saut vertical, alors que l'asymétrie d'amplitude du genou n'avait pas d'effet.

Et par rapport aux valeurs de référence. Pour évaluer la récupération après reconstruction du LCA, il est important d'utiliser des valeurs de référence fiables. C'est la condition nécessaire pour déterminer si la récupération du patient est complète. Actuellement, la référence clinique est le MI-NO, et il est important d'utiliser cette référence avec précaution. En effet, 7 mois après reconstruction du LCA nous avons observé, sur le MI-NO, une baisse significative de la performance de sauts (-16% pour le saut en longueur, -19% pour le triple saut en longueur et -25% pour le saut vertical) ⁽²⁰⁾, et des altérations cinématiques et dynamiques significatives en comparaison avec des sujets sains. Plusieurs déficits concordent avec ceux retrouvés sur le MI-O mais d'autres sont spécifiques au MI-NO. Nous avons noté une extension du genou (+6°) et une flexion-plantaire de cheville (+7°) plus importantes (Figure 1) et également une diminution de la production globale de force (-13%) sur le MI-NO par rapport aux sujets sains lors d'un saut vertical ⁽²⁰⁾. L'absence d'asymétrie lors des tests fonctionnels entre le MI-O et le MI-NO n'est donc pas synonyme de récupération complète, mais doit plutôt être considérée comme une étape clé vers cette récupération complète.

Les résultats de ces différentes études nous permettent de proposer des modifications des protocoles de rééducation après reconstruction du LCA. Le genou opéré est au centre de la rééducation, cependant il est primordial que les cliniciens augmentent la part de travail fonctionnel et pluri-articulaire. Une prise en charge spécifique des articulations adjacentes et du MI controlatéral est également indispensable pour favoriser une récupération complète. Enfin, une évaluation pré-opératoire du MI non-blessé permettrait d'obtenir des valeurs de référence fiables. Celles-ci permettraient au clinicien de suivre la récupération du MI-O et également de suivre l'évolution des capacités du MI-NO.

Conclusion

Les résultats des recherches rapportés dans cet article ouvrent des perspectives d'amélioration importante concernant les lésions du LCA. La prévention des ruptures du LCA chez les athlètes féminines est une réalité accessible. Les programmes de prévention sont simples à mettre en place et permettent en plus d'améliorer la performance sportive. Également, de nouvelles pistes d'amélioration des protocoles de rééducation après reconstruction du LCA sont mises en avant. La diffusion de ces résultats aux cliniciens (masseurs-kinésithérapeutes, médecins du sport, chirurgiens orthopédiques) et « staff technique » (préparateurs physiques et entraîneurs) apparaît donc essentielle. Ceci afin d'encourager une

pratique concertée et justifiée pour prévenir les lésions et améliorer la prise en charge des patients après reconstruction du LCA.

Contact

Benoit, pairot de Fontenay
Benoit.pdf@fmed.ulaval.ca

Références

- Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results. *Arthroscopy*. sept 1999;15(6):618-24.
- Mei Y, Ao YF, Wang JQ, Ma Y, Zhang X, Wang JN, et al. Clinical characteristics of 4355 patients with anterior cruciate ligament injury. *Chin Med J Engl*. déc 2013;126(23):4487-92.
- Delince P, Ghafil D. Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 20 juill 2012;20(1):48-61.
- Mohtadi NG, Chan DS, Dainty KN, Whelan DB. Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;9:CD005960.
- Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sports Med*. 2004;34(4):269-80.
- Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*. juin 2011;45(7):596-606.
- Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. août 2005;21(8):948-57.
- Pairot de Fontenay B, Argaud S, Monteil K. Rupture du LCA : Cas de l'athlète féminine. *J Traumatol Sport*. 2009;26:155-62.
- Sugimoto D, Myer GD, McKeon JM, Hewett TE. Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses. *Br J Sports Med*. nov 2012;46(14):979-88.
- Pairot de Fontenay B, Lebon F, Champely S, Argaud S, Blache Y, Collet C, et al. ACL Injury Risk Factors Decrease & Jumping Performance Improvement in Female Basketball Players: A Prospective Study. *Int J Kinesiol Sports Sci*. 2013;1(2):10-8.
- Lebon F, Collet C, Guillot A. Benefits of motor imagery training on muscle strength. *J Strength Cond Res*. juin 2010;24(6):1680-7.
- Phillips N, Benjamin M, Everett T, van Deursen RWM. Outcome and progression measures in rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Phys Ther Sport*. 2000;1:106-18.
- Engelen-van Melick N, van Cingel RE, Tjissen MP, Nijhuis-van der Sanden MW. Assessment of functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of measurement procedures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. avr 2013;21(4):869-79.
- Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. *J Orthop Sports Phys Ther*. juin 2006;36(6):385-402.
- Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Maffiuletti NA. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging*. mars 2008;28(2):113-9.
- Maffiuletti NA, Bizzini M, Desbrosses K, Babault N, Munzinger U. Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging*. nov 2007;27(6):346-53.
- Pairot de Fontenay B, Argaud S, Blache Y, Monteil K. Motion Alterations After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Comparison of the Injured and Uninjured Lower Limbs During a Single-Legged Jump. *J Athl Train*. 19 mai 2014;
- Pairot de Fontenay B. Recovery after anterior cruciate ligament reconstruction and injury prevention : biomechanic study of multi-joint movement [Internet]. Université Claude Bernard - Lyon I; 2014. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01131351>
- Pairot de Fontenay B, Argaud S, Blache Y, Monteil K. Asymmetries in joint work during multi-joint movement after anterior cruciate ligament reconstruction: A pilot study. *Scand J Med Sci Sports*. 20 mars 2014;
- Pairot de Fontenay B, Argaud S, Blache Y, Monteil K. Contralateral limb deficit seven months after ACL-reconstruction: an analysis of single-leg hop tests. *The Knee*. sept 2015;22(4):309-12.