

Recommandations de bonnes pratiques pour la rééducation des reconstructions du ligament croisé antérieur

Delvaux F (1,2,3), Kaux J-F (1,2,3), Daniel C (3,4), Lepière C (3,4), Lewandowski B (2,3), Croisier J-L (1,2,3)

- (1) Département des Sciences de l'Activité Physique et de la Réadaptation, Université de Liège, Belgique
- (2) Service de Médecine Physique, Réadaptation et Traumatologie du sport, CHU Liège, Belgique
- (3) Sports², Centre Médical d'Excellence de la FIFA, Réseau Francophone Olympique de Recherche en Médecine du sport, Centre de Médecine du Sport de la FIMS, CHU & Université de Liège, Belgique
- (4) Service de Chirurgie de l'Appareil Locomoteur, CHU Liège, Belgique

Correspondance : François Delvaux, PT, PhD

Département des Sciences de l'Activité Physique et de la Réadaptation, Faculté de Médecin, Université de Liège, Belgique

Allée des Sports 4 – 4000 Liège – Belgique

+32 4 366.38.95

fdelvaux@uliege.be

Résumé

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est une blessure fréquente et particulièrement sévère qui survient majoritairement dans les sports collectifs de contact ou le ski. Souvent, une reconstruction du LCA rompu sera réalisée et devra impérativement être suivie d'une rééducation optimale pour rétablir la stabilité active du genou lors des activités quotidiennes et de la pratique sportive. Cette rééducation repose sur une approche individualisée et dont l'objectif ultime est d'assurer un retour à la performance sportive tout en minimisant le risque de récurrence. Le patient optimisera tout d'abord ses probabilités de succès en réalisant une rééducation préopératoire de qualité. Après l'intervention chirurgicale, trois grandes phases vont se succéder, avec des objectifs et des moyens propres à chacune d'entre elles. Idéalement, le passage d'une phase vers la suivante s'effectuera sur base de critères précis permettant d'adapter au mieux les contraintes selon l'évolution du patient. In fine, le retour au sport sans restriction sera également basé sur un ensemble de critères objectifs et décidé de manière pluridisciplinaire.

Mots-clés : *Rupture ligament croisé antérieur ; Reconstruction ; Rééducation ; Réathlétisation.*

Best practice recommendations for rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstructions

Summary

Rupture of the anterior cruciate ligament (ACL) is a frequent and particularly severe injury that occurs mainly in contact team sports or skiing. Reconstruction of the ruptured ACL is often realized and must be followed by an optimal rehabilitation to restore the knee's active stability during daily activities and sports. This rehabilitation is based on an individualised approach, the ultimate aim of which is to ensure a return to sporting performance while minimising the risk of recurrence. The patient will first of all optimise his chances of success by undergoing high-quality pre-operative rehabilitation. After surgery, there will be three main phases, each with its own objectives and resources. The transition from one phase to the next will be based on precise criteria, enabling the constraints to be adapted as closely as possible to the patient's progress. Ultimately, the return to unrestricted sport will also be based on a set of objective criteria and decided on a multidisciplinary basis.

Keywords: *Anterior cruciate ligament rupture; Reconstruction; Rehabilitation; Reconditioning.*

Introduction

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) du genou représente une blessure fréquente, en particulier chez les sportifs pratiquant des disciplines avec mouvements de pivot, sauts, changements brusques de direction et accélérations/décélérations comme le football, le basketball, le handball, le rugby ou encore le ski (1,2). Rapportée à l'ensemble de la population, l'incidence lésionnelle atteint environ 7 blessures pour 10.000 individus, dont une proportion de femmes de plus en plus importante en raison notamment de leur intérêt croissant pour ces sports et de divers facteurs prédisposants (3). Dans un certain nombre de cas, la rupture du LCA engendre une instabilité importante du genou, ce qui réduit fortement les possibilités de pratique de ces sports et impacte négativement la qualité de vie. Bien qu'un traitement conservateur soit possible en l'absence d'instabilité (4), le traitement « gold standard » actuel reste chirurgical, avec une reconstruction intra-articulaire du LCA (RLCA) à partir d'un greffon issu le plus souvent des muscles ischio-jambiers (DIDT pour *Droit Interne & Demi-Tendineux*, ou DT4 pour *Demi-Tendineux* exclusivement) ou de l'appareil extenseur du genou (BPTB pour *Bone Patellar Tendon Bone*, ou TQ pour *Tendon Quadricipital*). D'autres techniques, comme les ligaments synthétiques (LARS pour *Ligament Augmentation & Reconstruction System*) ou les allogreffes peuvent également représenter des alternatives aux autogreffes mentionnées ci-dessus. La chirurgie aura comme objectif de restaurer la stabilité passive du genou et devra impérativement être suivie d'une rééducation - particulièrement longue - pour rétablir la stabilité active du genou. Cet article présente les dernières recommandations en matière de rééducation après RLCA.

Principes généraux de rééducation

Indépendamment de la phase dans laquelle se situe le patient après RLCA, plusieurs principes fondamentaux devraient s'appliquer afin d'optimiser la qualité de la rééducation :

- **Débuter le processus en visant déjà l'objectif final** qui est le plus souvent retour au jeu avec un risque de récurrence minimal et un niveau de performance rapidement identique à la période d'avant blessure (5). Le kinésithérapeute ne rééduque pas seulement un genou, mais un sportif qui devra récupérer une stabilité optimale du genou et être préparé aux contraintes propres à son activité sportive.
- **Établir une communication** efficace entre les différents intervenants du domaine médical (chirurgien, médecin de l'appareil locomoteur ou du sport, kinésithérapeute) et du domaine sportif (préparateur physique, entraîneur), avec l'athlète lui-même au centre de cette communication.
- **Soumettre le patient à des contraintes progressives** en observant constamment sa réponse durant et entre les séances de rééducation. Ainsi, si le patient ne présente pas de douleurs, de gonflement ou de courbatures musculaires particulières, une augmentation progressive du stress mécanique peut raisonnablement s'envisager ; si ces trois éléments sont présents de manière peu/modérément importante, des contraintes similaires à la séance précédente peuvent s'appliquer ; si par contre douleurs et/ou gonflement et/ou courbature sont présents de manière importante, il sera nécessaire de réduire momentanément les sollicitations (6).
- **Évoluer sur base de critères plutôt que sur base de repères temporels stéréotypés.** Chaque patient présentant une cinétique de récupération qui lui est propre, il apparaît peu cohérent de déterminer les différentes phases de rééducation uniquement sur base d'un certain nombre de semaines ou de mois après la chirurgie (7). Des évaluations

régulières (force, mobilité, etc.) permettent d'identifier au mieux les déficits du patient et de proposer un contenu rééducatif en phase avec ces derniers (8).

- **Adapter la rééducation selon la discipline sportive du patient.** Dans la plupart des cas, le patient souhaite reprendre l'activité sportive qu'il pratiquait avant la RLCA. Une préparation optimale au retour sur terrain impliquera dès lors l'inclusion de contraintes et d'exercices spécifiques à la discipline, d'autant plus lorsque l'on se rapprochera du retour à l'activité (9).
- **Éduquer le patient** à auto-gérer des exercices à domicile sans la présence du kinésithérapeute et à éviter les gestes qui induisent des contraintes élevées sur le greffon.

Phase préopératoire

Une exploitation judicieuse de la période entre le diagnostic et la chirurgie (généralement plusieurs semaines) grâce à une rééducation préopératoire de qualité permet, dans une certaine mesure, d'optimiser les résultats de l'intervention. En effet, il a été démontré qu'une rééducation préopératoire de qualité était associée à une récupération post chirurgie plus rapide de la mobilité du genou et de la force du quadriceps, tout en réduisant le délai avant la reprise des activités sportives (10). Afin de remplir cet objectif, il est recommandé au kinésithérapeute d'intégrer à la rééducation un travail visant à : réduire la douleur et l'épanchement ; récupérer complètement la mobilité fémoro-tibiale et la mobilité fémoro-patellaire ; restaurer une marche sans boiterie ; prévenir l'atrophie musculaire ; identifier une éventuelle inhibition motrice arthrogène (AMI) ; initier une reprogrammation neuromusculaire via des exercices d'équilibre et de proprioception ; informer le patient sur l'intervention chirurgicale et ses suites.

Phase précoce post-opératoire

Dès le jour même de l'intervention chirurgicale, le patient peut prendre appui sur le côté opéré lors de la station debout et de la marche. L'aide de deux béquilles, puis d'une seule sera systématisée durant les premières semaines pour faciliter la locomotion (généralement 4 semaines, à adapter en fonction de l'évolution du patient). Le port d'une attelle n'est plus recommandé, notamment en raison de l'absence d'effet positif sur la fonction du genou à court et moyen terme ; les attelles d'extension stricte semblent également favoriser l'apparition d'une AMI (11). Les principaux points d'attention de cette phase précoce (figure 1) sont :

- **Réduire l'épanchement** articulaire : cryothérapie pluriquotidienne, élévation au repos du membre inférieur opéré, compression raisonnable du genou et surtout contractions à faible intensité mais réalisées très fréquemment chaque jour.
- **Récupérer l'extension** complète du genou le plus rapidement possible. Un déficit d'extension (flexum) est associé à une perturbation des cinématiques fémoro-tibiale et fémoro-patellaire, à une augmentation de la pression de contact sur le cartilage du genou et favorise l'AMI. De plus, vu qu'un flexum présent à 3 semaines postopératoires majore la probabilité de développer à la fois de l'arthrofibrose et des douleurs à la face antérieure du genou (12), la récupération d'une extension complète représente une priorité durant cette phase de traitement. Les mobilisations passives par le kinésithérapeute, les routines d'extension actives/passives et pluriquotidiennes par le patient lui-même ainsi qu'un positionnement prolongé assis ou couché dans une

position d'extension du genou représenteront les moyens les plus efficaces pour atteindre cet objectif.

- **Renforcer** la musculature du genou, en particulier le quadriceps et les ischio-jambiers (IJ). Ceux-ci subiront en effet une réduction très importante de leur force suite à la chirurgie (très souvent de plus de 50% dans les premières semaines). Cette diminution de force sera d'autant plus marquée sur le quadriceps en cas de technique BPTB ou de TQ, et sur les IJ en cas de DIDT ou de DT4. Les thérapeutes seront attentifs à la présence d'une éventuelle AMI qui est définie comme une incapacité durable d'activer complètement le quadriceps en raison d'une inhibition neurale (13). En cas d'apparition de celle-ci, l'exercice analytique (éventuellement rythmique à l'aide d'un métronome) du quadriceps et la cryothérapie sur le genou représentent les outils à l'efficacité la plus élevée. De manière générale et contrairement à certaines recommandations communément admises, l'instauration précoce d'exercices de renforcement du quadriceps en chaîne cinétique ouverte à intensité légère ne semble pas produire de danger pour le greffon et permet une récupération plus rapide de la force de ce muscle (14). En cas de DIDT ou DT4, une activation musculaire des IJ plus douce et progressive sera nécessaire, notamment via un travail de contractions sous-maximales (particulièrement en mode excentrique qui optimisent la cicatrisation musculo-tendineuse) qui peut être débuté très rapidement après l'opération, à l'instar d'une rééducation après lésion musculaire (15).
- Initier un travail de **proprioception et d'équilibre** en appui bipodal puis unipodal, selon une progression qui tient compte des sensations du patient et de ses compétences motrices.
- **Freiner le déconditionnement** en entretenant les principales qualités athlétiques. À cet égard, l'objectif de la phase précoce, où le patient est en restriction importante de dépense énergétique, consiste d'une part à préserver au mieux la masse maigre et limiter le développement de masse grasse via un travail aérobie (vélo, aquajogging, step, rameur, etc.) et d'autre part entretenir la musculature peu affectée par l'intervention chirurgicale (hanche et cheville du côté opéré, côté sain du membre inférieur, membres supérieurs, tronc).

L'évolution d'un patient vers la phase intermédiaire pourra se concrétiser si celui-ci valide un ensemble de critères : douleur moyenne de genou durant 24h minime ($\leq 2/10$), absence de gonflement, extension complète du genou opéré et flexion supérieure à 120°, capacité à réaliser 10 fois consécutivement une élévation jambe tendue en position de décubitus dorsal et une marche sans boiterie.

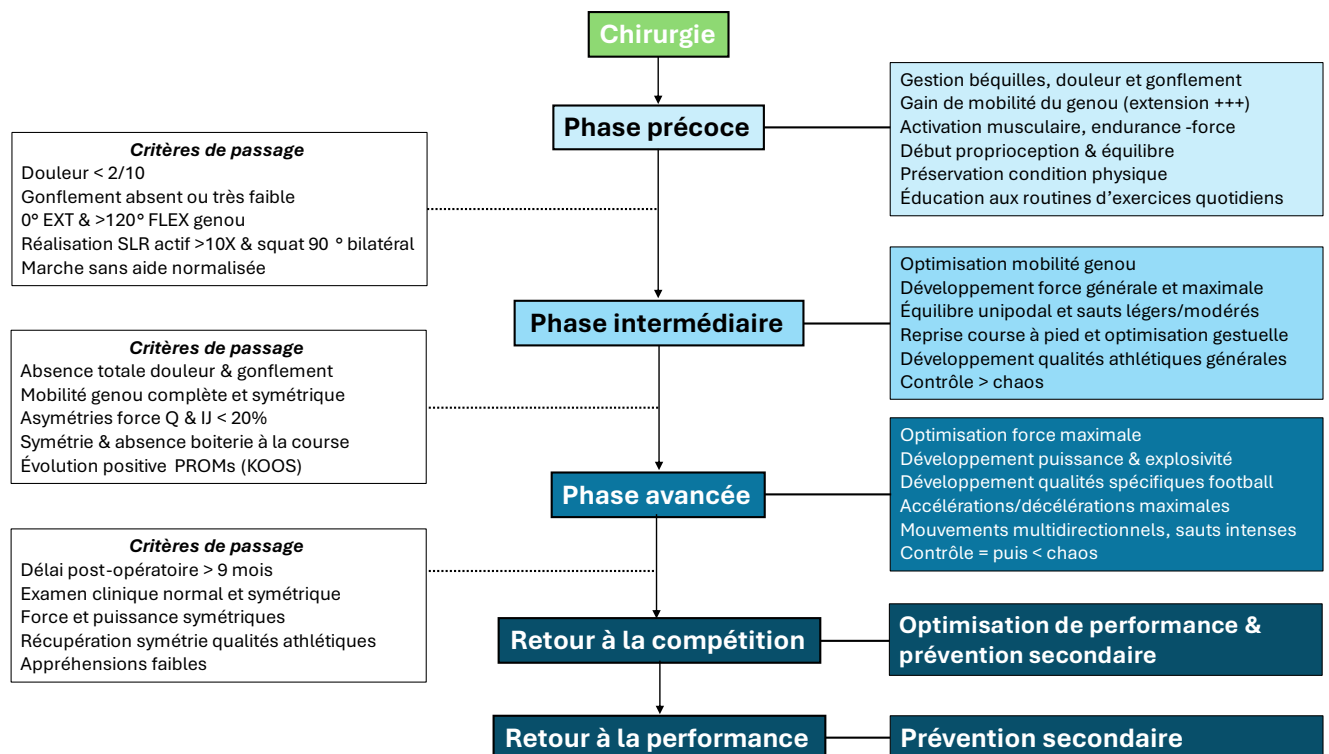


Figure 1. Principales phases de la rééducation après reconstruction du LCA et critères d'évolution d'une phase à une autre

Phase intermédiaire

Le développement de la qualité de force est accentué et les charges soulevées sont progressivement augmentées. Afin d'obtenir des effets substantiels, un exercice devrait être réalisé selon 3 à 6 séries, et plusieurs exercices doivent être réalisés par session. En cas de récupération musculaire lente, le renforcement sur machine isocinétique pourrait s'avérer utile car il permet le recrutement musculaire le plus élevé. Durant les exercices actifs qui constituent la quasi-totalité de la rééducation, le kinésithérapeute accordera une attention particulière à la qualité de réalisation de ceux-ci : le contrôle du mouvement doit impérativement être optimal, en sachant que le principal mécanisme lésionnel de (re-)rupture du LCA combine légère flexion, valgus et rotation externe de genou, rotation interne de hanche, latéroflexion homolatérale du tronc et pronation du pied (16). La variété des exercices représentera également un élément clé en vue de restaurer l'ensemble des qualités motrices du patient (17).

À côté du renforcement, l'accent est placé sur la récupération de l'équilibre unipodal statique puis dynamique, ainsi que sur la préparation à la reprise de la course. En effet, toute une série d'éducatifs peuvent être mis en place avant la reprise de la course à pied qui intervient le plus souvent dans un intervalle de 11 à 15 semaines après la chirurgie ; elle ne sera possible et autorisée qu'en cas de marche sans aucune boiterie et d'évolution positive de la rééducation sur les plans de la mobilité et de la force musculaire, au minimum (18). Une fois la reprise de la course concrétisée, un travail d'optimisation de technique de course sera pertinent, et accompagnera la remise au patient d'un programme progressif. Enfin, cette phase intermédiaire ne recherche plus à freiner le déconditionnement comme durant la phase initiale, mais à

entamer le processus de récupération progressive des qualités athlétiques qui auront été impactées négativement depuis la survenue de la blessure.

La validation des critères suivants permet au patient d'accéder à la phase avancée de rééducation : absence totale de douleur, mobilité de genou complète, asymétries bilatérales de force musculaire des quadriceps et IJ inférieures à 20% (dans le cadre d'un testing isocinétique), course à pied fluide et symétrique.

Phase avancée

La phase avancée peut être décomposée entre quatre périodes d'évolution qui devraient amener le patient vers le retour complet à sa discipline sportive (tableau 1). Selon l'évolution du patient, chaque période dure classiquement entre 3 et 6 semaines. Il sera essentiel d'axer le protocole de rééducation dans cette phase sur les aspects :

- Musculaires : récupération de la force maximale, développement de puissance et d'explosivité.
- De mouvements complexes à contraintes élevées pour le genou : exercices linéaires et accélérations/décélérations douces, suivis d'exercices multidirectionnels et de sauts unipodaux maximaux, ainsi que des situations ouvertes et non planifiées pour se rapprocher du contexte sportif spécifique ;
- Physiologiques : d'un travail initial d'endurance continue à vitesse lente, le patient évoluera vers un développement de puissance maximale aérobie et de capacité à répéter des sprints ou des actions propres à la discipline sportive à intensité maximale.

Tableau I. Détails des différents stades composant la phase avancée de rééducation

	Aspects musculaires	Aspects « mouvements complexes »	Aspects physiologiques
Période 1	<ul style="list-style-type: none"> • Force (70-80% de la force maximale) • Plyométrie bilatérale • Gainages généraux 	<ul style="list-style-type: none"> • Course linéaire • Technique de saut (réception +++) • Accélération & décélération douce 	<ul style="list-style-type: none"> • Endurance fondamentale • Endurance active
Période 2	<ul style="list-style-type: none"> • Force (80-90% de la force maximale) • Plyométrie unilatérale • Gainages fonctionnels 	<ul style="list-style-type: none"> • Course multidirectionnelle • Sprint linéaire • Accélération & décélération haute intensité • Sauts haute intensité 	<ul style="list-style-type: none"> • Accentuation période 1 • Puissance aérobie générale
Période 3	<ul style="list-style-type: none"> • Force (85-100% de la force maximale) • Puissance & explosivité 	<ul style="list-style-type: none"> • Changements de direction à vitesse maximale • Sauts maximaux • Gestuelle discipline à haute intensité 	<ul style="list-style-type: none"> • Accentuation période 2 • Puissance aérobie spécifique à la discipline
Période 4	<ul style="list-style-type: none"> • Force maximale • Puissance & explosivité maximales 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercices spécifiques à intensité maximale • Exercices en tâches ouvertes non planifiées 	<ul style="list-style-type: none"> • Accentuation période 3 • Résistance à la fatigue spécifique à la discipline

Le retour complet sur terrain

Le retour au sport sans restriction (qui inclut de facto la participation à la compétition) ne devrait pouvoir être autorisé qu'en cas de récupération complète des stabilités passives et actives du genou, ainsi que des qualités athlétiques nécessaires à la performance sportive. Dès lors, à l'instar de l'évolution du patient d'une phase à la suivante durant le processus de rééducation, la décision d'autoriser le patient à reprendre son activité devrait se baser sur un ensemble de critères objectifs :

- Une durée post-chirurgie d'au moins 9 mois. Le risque de récurrence apparaît en effet très nettement supérieur lors d'une reprise à 6 mois qu'à 9 mois après chirurgie : le taux de récurrence semble significativement réduit de moitié pour chaque mois de délai supplémentaire avant la reprise sportive complète jusqu'à 9 mois après l'opération, après quoi aucune réduction supplémentaire du risque n'a été observée (19).
- Un examen clinique normal : absence de laxité anormale, de douleur, d'épanchement.
- Une force des IJ et du quadriceps symétrique (différence bilatérale maximale de 10%) ainsi qu'un équilibre agonistes/antagonistes (IJ/Quadriceps) optimal lors d'un testing isocinétique.
- Des performances fonctionnelles maximales : à titre d'exemple, il est courant de mesurer la capacité à sauter verticalement ou horizontalement (hop tests) sur une jambe et de calculer un indice de symétrie qui ne devrait pas dépasser 10% d'asymétrie entre les côtés sain et opéré.
- Un niveau d'appréhension et de craintes faibles. Ces aspects psychologiques peuvent notamment être évalués à l'aide du questionnaire *Anterior Cruciate Ligament – Return to Sports after Injury* (20).

Au vu de ces nombreux critères, il semble essentiel que la décision de reprise sportive après RLCA soit partagée entre les différents intervenants du suivi du patient, c'est-à-dire au minimum entre chirurgien, médecin rééducateur/sportif et kinésithérapeute (5).

Conclusion

La rééducation après reconstruction du LCA repose sur une approche individualisée et évolutive. L'objectif ultime est d'assurer un retour à la performance tout en minimisant le risque de récurrence. En premier lieu, le patient optimisera ses probabilités de succès en réalisant une rééducation préopératoire de qualité. Après l'intervention chirurgicale, trois grandes phases vont se succéder, avec des objectifs et des moyens propres à chacune d'entre elles. Le passage d'une phase vers la suivante s'effectuera sur base de critères précis permettant d'adapter au mieux les contraintes selon l'évolution du patient et d'évoluer vers une reprise sereine de la pratique sportive.

Bibliographie

1. Kaeding CC, Léger-St-Jean B, Magnussen RA. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med* 2017;**36**:1-8.
2. Kaux JF, Julia M, Chupin M, Delvaux F, Croisier JL, Forthomme B, et al. Epidemiological review of injuries in rugby union. *J Traumatol Sport* 2014;**31**:49-53.
3. Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, McKay MJ, Sullivan J, Fuller CW, et al. Non-contact anterior cruciate ligament injury epidemiology in team-ball sports: A systematic review with meta-analysis by sex, age, sport, participation level, and exposure type. *Sports Med* 2022;**52**:2447-67.
4. Smeets A, Ghafelzadeh Ahwaz F, Bogaerts S, De Groef A, Berger P, Kaux JF, et al. Pilot study to investigate the feasibility of conducting a randomised controlled trial that compares Immediate versus optional delayed surgical repair for treatment of acute anterior cruciate ligament injury: IODA pilot trial. *BMJ Open* 2022;**12**:e055349.
5. Delvaux F, Rochcongar P, Bruyere O, Daniel C, Reginster JY, Croisier JL. Return-to-play criteria after anterior cruciate ligament reconstruction: Actual medicine practice in professional soccer teams. *Science & Sports* 2015;**30**:33-40.
6. Adams D, Logerstedt DS, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;**42**:601-14.
7. Dingenen B, Gokeler A. Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: A critical step back to move forward. *Sports Med* 2017;**47**:1487-500.
8. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med* 2016;**50**:1506-15.
9. Buckthorpe M, Gokeler A, Herrington L, Hughes M, Grassi A, Wadey R, et al. Optimising the early-stage rehabilitation process post-ACL reconstruction. *Sports Med* 2024;**54**:49-72.
10. Kotsifaki R, Korakakis V, King E, Barbosa O, Maree D, Pantouveris M, et al. Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2023;**57**:500-14.
11. Culvenor AG, Girdwood MA, Juhl CB, Patterson BE, Haberfield MJ, Holm PM, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament and meniscal injuries: a best-evidence synthesis of systematic reviews for the OPTIKNEE consensus. *Br J Sports Med* 2022;**56**:1445-53.
12. Sonnery-Cottet B, Ripoll T, Cavaignac E. Prevention of knee stiffness following ligament reconstruction: understanding the role of arthrogenic muscle inhibition (AMI). *Orthop Traumatol Surg Res* 2024;**110**:103784.

13. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Quelard B, Daggett M, Borade A, Ouanezar H, et al. Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: a scoping review of the efficacy of interventions. *Br J Sports Med* 2019;**53**:289-98.
14. Forelli F, Barbar W, Kersante G, Vandebrouck A, Duffiet P, Ratte L, et al. Evaluation of muscle strength and graft laxity with early open kinetic chain exercise after ACL reconstruction: A cohort study. *Orthop J Sports Med* 2023;**11**:23259671231177590.
15. Delvaux F, Croisier JL, Carling C, Orhant E, Kaux JF. Hamstring muscle injury in football players - Part I : epidemiology, risk factors, injury mechanisms and treatment. *Rev Med Liege* 2023;**78**:160-4.
16. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, Nabiuzzi A, Tosarelli F, Zaffagnini S, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *Br J Sports Med* 2020;**54**:1423-32.
17. Buckthorpe M, Della Villa F. Optimising the « mid-stage » training and testing process after ACL reconstruction. *Sports Med* 2020;**50**:657-78.
18. Rambaud AJM, Ardern CL, Thoreux P, Regnaud JP, Edouard P. Criteria for return to running after anterior cruciate ligament reconstruction: a scoping review. *Br J Sports Med* 2018;**52**:1437-44.
19. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med* 2016;**50**:804-8.
20. Webster KE, Nagelli CV, Hewett TE, Feller JA. Factors associated with psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med* 2018;**46**:1545-50.