



Retour au Sport après reconstruction du ligament croisé antérieur

Rev Med Suisse 2013; 9: 1426-31

R. Martin
S. Gard
C. Besson
J. Ménétreay

Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction

Despite continuous advances in techniques for anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR), return to play (RTP) after surgery remains a challenge. More than one-third of the patients are unable to return to their preinjury sport level, for most because of a fear to sustain another injury. And when a RTP is attempted, up to 20% will tear their graft and a similar % will sustain an ACL tear on the opposite side. We believe that these failures result from an incomplete recovery. Based on a literature review and on our experience, we suggest 6 objective criteria to allow a safer RTP. They rely on laxity, strength, neuromuscular function, and psychological evaluations. Rehabilitation after ACLR should focus on the deficits identified by these tests and on the specific needs of the sport that the athlete plans to return to.

Malgré les progrès des techniques de reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA), le retour au sport après cette chirurgie reste encore un défi. Plus d'un tiers des athlètes sont incapables de reprendre leur sport au même niveau et presque un cinquième subira un nouvel accident lors de cette reprise, que ce soit sur le genou opéré ou le genou controlatéral. Alors que la peur d'un nouvel accident reste le premier obstacle à la reprise du sport, la persistance de déficits fonctionnels est la première cause de récurrence de déchirure. Sur la base d'une revue de la littérature et de notre expérience, nous proposons six critères objectifs pour autoriser le retour au sport avec davantage de sécurité. La rééducation devrait être centrée sur les déficits ainsi identifiés et sur les besoins spécifiques au sport qui désire être repris.

INTRODUCTION

La déchirure du ligament croisé antérieur (LCA) est l'atteinte ligamentaire la plus fréquente du genou, avec 200 000 cas opérés/an aux Etats-Unis.¹ Elle survient le plus souvent chez le patient impliqué dans une activité sportive régulière, avant l'âge de 25 ans.

Malgré des techniques chirurgicales permettant une reconstruction de plus en plus anatomique et le nombre de plasties du LCA réalisées chaque année, le retour aux activités sportives à un niveau similaire à celui atteint avant le traumatisme reste encore un challenge.² A un an postopératoire, l'étude prospective multicentrique du groupe MOON (Multicenter Orthopaedic Outcomes Network)³ estime que seuls 61% des joueurs de football ont retrouvé leur niveau. Tous sports confondus, le taux d'athlètes capables de retrouver un niveau préopératoire est estimé à 65% à deux ans par l'étude prospective menée par Gobbi et coll.⁴ et 63% à trois ans dans la méta-analyse menée récemment par Ardern et coll.⁵

La première cause de ces échecs de retour au sport, alors que la chirurgie a été bien menée, est d'ordre psychologique. La revue récente de littérature de Lee et coll.⁶ montre que la peur d'un nouvel accident ou la sensation d'instabilité (sans laxité objective) expliquerait 66% des cas.

Et, lorsque la reprise au sport se fait, peut-on parler de succès si elle se solde par une récurrence de rupture, une atteinte controlatérale ou une autre atteinte ménisco-ligamentaire? Thomee et coll.⁷ et Barber-Westin et coll.⁸ rapportent, dans deux revues récentes de littérature, un taux de récurrences de rupture de 3 à 19%, avec 5 à 24% d'atteintes controlatérales et 12% de ménisectomies secondaires, pour un suivi minimal de cinq ans. La conséquence pour ces jeunes patients est la nécessité de reprise chirurgicale, une chance de retour au sport diminuée et un risque accru de progression vers l'arthrose. Le groupe MOON³ estime ainsi que sept ans après la chirurgie initiale, il n'y a plus que 16% des joueurs de football qui pratiquent encore à leur niveau prétraumatique.

Nous proposons donc de définir le retour au sport avec succès comme :

1. une reprise à un même niveau ou à un niveau supérieur;
2. sans récurrence de déchirure;



3. sans atteinte controlatérale du LCA;
4. sans nouvelle atteinte ménisco-ligamentaire;
5. sans douleur;
6. sans apparition de signes d'arthrose précoce;
7. et ce pour cinq ans.

Les importants taux d'échec mentionnés précédemment peuvent être expliqués par:

1. un retour au sport trop précoce, basé sur des critères imprécis et non adéquats;
2. une rééducation qui ne comble pas les déficits neuromusculaires sur le membre opéré, ce qui expose également le genou opposé à un risque accru de lésion;
3. une rééducation qui n'aborde pas les facteurs prédisposants, spécifiques au sport visé, qui ont déjà mené au premier accident.

SUR QUELS CRITÈRES OBJECTIFS SE BASER POUR AUTORISER UN RETOUR AU SPORT? NOTRE PROTOCOLE D'ÉVALUATION ACTUEL

«Quand puis-je rejouer, Doc?» C'est une question posée presque systématiquement par l'athlète qui a subi une reconstruction du LCA. Le retour au sport doit se baser sur des critères fonctionnels objectifs et non pas, comme c'est encore trop souvent le cas, simplement sur le temps écoulé depuis la chirurgie. Ainsi, Barber-Westin et coll.¹ ont montré que seulement 13% (35/264) des études publiées entre 2001 et 2011 ont utilisé un ou plusieurs critères objectifs pour autoriser un retour sans restriction aux activités sportives.

En analysant la littérature des dix dernières années et sur la base de notre expérience, nous avons adopté *six critères objectifs* qui permettraient un retour en sécurité aux activités sportives. Les scores de genou (IKDC, Lysholm, Tegner...), plus subjectifs, se sont montrés inappropriés pour estimer un retour sans restriction aux activités sportives.⁹

Entre le quatrième et le sixième mois postopératoires, nous procédons à une anamnèse, à un examen clinique précis et à une laximétrie du genou du patient avant de le soumettre à une évaluation fonctionnelle de la performance neuromusculaire de ses membres inférieurs. Cette évaluation fonctionnelle comprend une mesure de la force à l'aide d'un examen isocinétique,¹⁰ puis des tests d'équilibre et de sauts reflétant la récupération neuromusculaire, cruciale pour un retour au sport.^{8,11-14} C'est le physiothérapeute qui suit le patient qui peut le mieux juger de son aptitude à passer les tests, qui sont le plus souvent réalisés vers six mois. Cette évaluation fonctionnelle permet de jauger le patient, de définir ses déficits et de l'encourager à travailler en ciblant de nouveaux objectifs. Une nouvelle évaluation est programmée quelques semaines plus tard. Un nouveau consilium est alors organisé. Ce moment est extrêmement important pour que le patient comprenne ce qu'il doit encore éventuellement améliorer pour reprendre son sport.

Ce protocole est actuellement en cours de validation et de consolidation scientifique.

1. *Anamnèse: disparition de la douleur*, sur la base d'une échelle visuelle analogique. La persistance de douleurs au versant antérieur de genou ou sur le site de fixation tibiale⁴ est la

cause de la non-reprise des activités sportives pour 36% des patients.

2. Examen clinique:

- *récupération complète des amplitudes articulaires*, passives et actives, en flexion et en extension, par rapport au côté controlatéral.⁸ Gobbi et coll.⁴ ont montré que le déficit d'une extension complète est la cause d'une non-reprise des activités sportives préopératoires pour 9% de leurs patients. De plus, une récupération incomplète des amplitudes articulaires après plastie du LCA est un facteur de risque pour le développement d'arthrose à long terme.¹⁵

- *Genou sec*: disparition totale de l'épanchement, objectivée par mesure de diamètre.⁸

- *Symétrie*: différence de < 1 cm par rapport au côté controlatéral pour le périmètre de la cuisse mesuré 15 cm au-dessus du bord supérieur de la rotule.⁸

3. *Mesure de laxité résiduelle* par arthromètre (KT-1000 ou KT-2000, Medmetric, San Diego, CA, Etats-Unis) objectivant une différentielle < 4 mm.

4. *Mesure de force*: un déficit de force est la cause de non-reprise des activités sportives à un niveau préopératoire dans 18% des cas.⁴ Différentes options sont disponibles:

- *mesure isocinétique de la force* du quadriceps et des ischiojambiers.^{8,16} C'est le paramètre le plus souvent cité dans la littérature.⁸ Les résultats sont exprimés sous forme d'un *leg symmetry index* (LSI), rapport de la force du quadriceps (puis des ischiojambiers) côté opéré/côté sain. Selon les études, une récupération de 80, 90% ou plus de la force du quadriceps et des ischiojambiers est nécessaire.

Les résultats peuvent aussi être exprimés par le rapport de force ischiojambiers/quadriceps. Une différence de moins de 15% par rapport au côté controlatéral¹⁶ est requise.

- *Single leg press*:^{8,17} estimation de la force du quadriceps par mesure de la charge maximale soulevée à la presse, dans un arc de mouvement de 0-100 degrés.⁸ Un équivalent est le *single leg squat test*.

5. *Evaluation du contrôle neuromusculaire*: de nombreux tests sont décrits. Ils estiment la récupération du contrôle neuromusculaire sur le genou opéré, le plus souvent par analyse sous caméra de l'habileté du genou à la réception lors de sauts.

A. *Hop tests*: il en existe plusieurs: *single hop*, *triple hop*, *cross over hop*, *side hop*, *6 meter time hop*, *vertical hop*. Nous utilisons:

- le *single leg hop test* est le plus populaire. C'est le second paramètre le plus souvent cité dans les études.⁸ Il a été décrit initialement par Noyes et coll.¹⁸ C'est une mesure reproductible et fiable après plastie du LCA.¹⁹ Le test n'est valide que si le genou est sec, les amplitudes articulaires sont complètes, la force sur le quadriceps offre un LSI $\geq 90\%$ et que le test ne génère aucune douleur.¹⁷ Les résultats sont de nouveau exprimés par un LSI. Ardern et coll.²⁰ ont montré que les patients ayant un LSI $\geq 85\%$ au *hop test* ont davantage de chances de retour à un sport de compétition à un an.²¹ Thomee et coll.⁷ ont montré que de bons résultats au *hop test* à un an sont corrélés à un moindre risque d'arthrose à long terme.

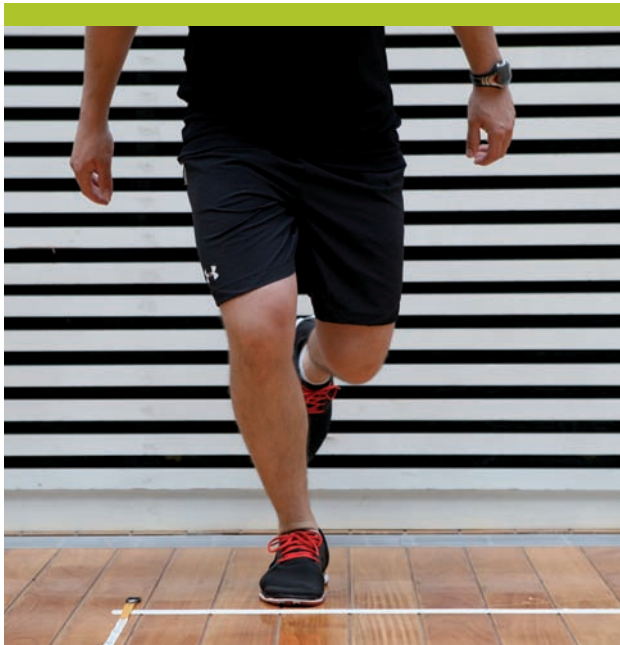


Figure 1. Triple hop for distance

Le sujet doit parcourir la plus grande distance possible en trois sauts sur une jambe.

- Le *triple hop for distance* (figure 1) : le sujet doit parcourir la plus grande distance possible en trois sauts sur une jambe. Ce test reflète les qualités pliométriques du membre inférieur et la confiance du sujet dans ses appuis. Une mesure du LSI est réalisée.
- Le *side hop test* (figure 2) : le sujet doit effectuer le plus possible de sauts sur une jambe en quinze secondes de chaque côté de deux lignes éloignées de 40 cm. Le nombre de sauts est comptabilisé. A l'aide d'une caméra, l'angle entre le tronc et le membre inférieur est mesuré. Une déviation du tronc crée des contraintes en valgus importantes.²²

B. Le *drop jump and jump test*²³ (figure 3) : la commission médicale du Comité international olympique a validé ce test pour le *screening* des athlètes. Il s'agit d'un saut depuis une plateforme de 35 cm de haut, avec réception en appui bipodal, suivi d'un autre saut le plus haut possible. La réception des sauts est analysée au moyen d'une caméra. Le contrôle de l'axe des jambes, la symétrie des appuis²⁴ ainsi que les qualités amortissantes du quadriceps sont évaluées. Si la capacité d'absorber les forces de décélération est altérée, ce qui se caractérise par une flexion du genou insuffisante lors de la réception, les forces de cisaillements et le moment de force en valgus sur le genou sont plus importants, ce qui expose à un risque accru de récurrence.¹¹

C. Le *star excursion balance test* (SEBT) (figure 4). Le sujet reste sur un pied pendant qu'il va chercher à atteindre des points en étoile, le plus loin possible tout autour de lui, avec l'autre pied. Il permet d'évaluer la capacité de contrôle de l'appui monopodal par mesure de cette amplitude.²⁵⁻²⁷

6. *Evaluation psychologique* : Lee et coll.⁶ et Kvist et coll.²⁸ ont montré que la peur d'un nouvel accident est la première

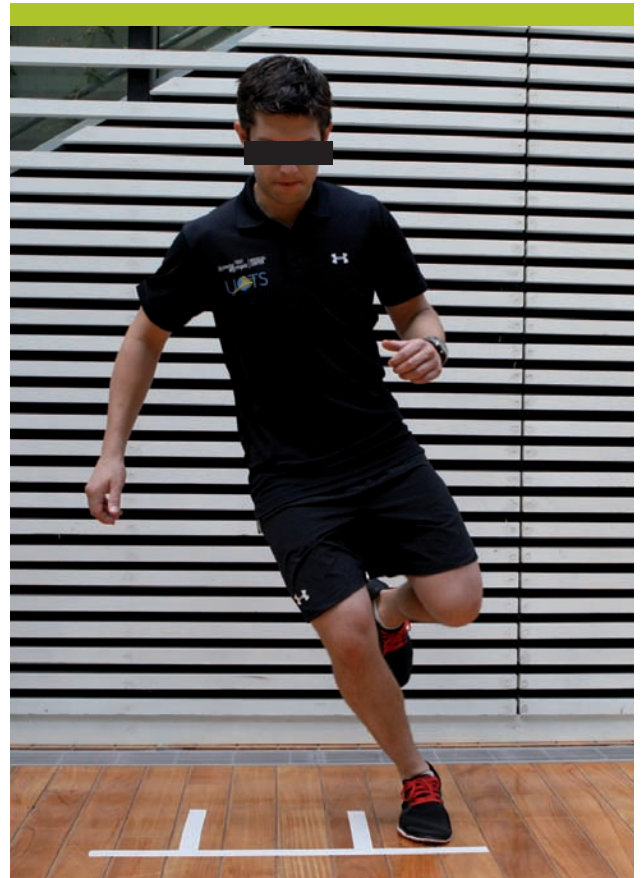


Figure 2. Side hop test

Le sujet doit effectuer le plus possible de sauts sur une jambe en quinze secondes de chaque côté de deux lignes éloignées de 40 cm. Le nombre de sauts est comptabilisé. A l'aide d'une caméra, l'angle entre le tronc et le membre inférieur est mesuré, et ainsi le moment de force en valgus du genou.

cause de non-retour à un même niveau sportif à cinq ans. Par ailleurs, une perte de confiance en soi et/ou une démotivation à réaliser le programme de rééducation peuvent s'installer. Elles compromettront le retour à un niveau sportif identique. Le défi est de faire coïncider récupérations psychologique et physique. Webster et coll.²⁹ ont décrit le score ACL-RSI (*anterior cruciate ligament – return to sport after injury*). C'est le seul score spécifique pour une évaluation psychologique (en douze questions) après plastie du LCA. Il met en évidence un pattern en U, avec deux déclin émotionnels, l'un post-traumatique immédiat, l'autre vers six mois postopératoires lors de l'essai de reprise du sport. Il est important de mesurer la capacité psychologique (*psychological readiness*) du patient à reprendre une activité sportive ou professionnelle exigeante.

Limites actuelles des critères objectifs proposés

Valeur prédictive

La preuve n'a pas été faite que le retour à une fonction normale sur la base de ces tests protège contre un risque de récurrence de rupture lors de la reprise des activités sportives. De plus, il n'y a actuellement aucune corrélation établie entre les valeurs obtenues à ces scores et le niveau de reprise au sport.



Figure 3. Drop jump and jump test

Saut depuis une plateforme de 35 cm de haut, avec réception en appui bipodal, suivi d'un autre saut le plus haut possible. La réception des sauts est analysée au moyen d'une caméra.

Valeur seuil

Le LSI est le critère le plus fréquemment retrouvé dans la littérature pour évaluer le résultat des tests. C'est un outil utile mais la valeur seuil pour autoriser un retour en sé-

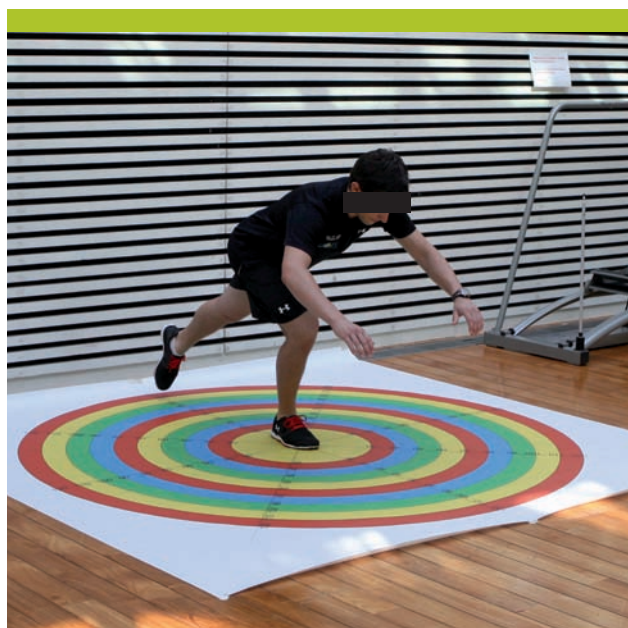


Figure 4. Star excursion balance test

Le sujet reste sur un pied pendant qu'il va chercher à atteindre des points en étoile, le plus loin possible tout autour de lui, avec l'autre pied. On évalue la capacité de contrôle de l'appui monopodal par mesure de cette amplitude.

curité aux différents sports reste à définir. Les valeurs seuils varient de ≥ 80 à 100% selon les études.^{8,16} Par ailleurs, cet index utilise le membre opposé comme référence. Cela peut être source de biais car la force au côté sain peut diminuer en postopératoire, ce qui peut mener à une surestimation de la récupération du membre opéré.²¹

Multiplication

Il existe de plus en plus de nouveaux tests décrits (*star excursion balance test, Y balance test, carioca test, shuttle run test, co-contraction test...*).⁹ Nous avons mentionné précédemment six variantes du hop test. Certains sont difficilement réalisables dans la pratique quotidienne. Leur définition peut varier d'une étude à l'autre. Cela rend leur interprétation, leur reproductibilité et la comparaison des études difficiles.

QUELLE RÉÉDUCATION POUR PERMETTRE UN RETOUR PLUS FRÉQUENT AU SPORT, EN LIMITANT LES RISQUES DE RÉCIDIVE DE RUPTURE ?

Après plastie du LCA, la vitesse et la sécurité avec lesquelles un athlète peut espérer retrouver son niveau dépendent largement du protocole de rééducation.¹⁶ Malheureusement, il n'y a pas de consensus actuel sur un protocole de rééducation et la majorité des patients ne récupèrent pas la force et la fonction neuromusculaires dans le membre opéré. Thomee et coll.²¹ ont montré qu'à deux ans, seulement 22% des patients avaient récupéré la force et les fonctions neuromusculaires sur le membre opéré (LSI $\geq 90\%$ pour trois des tests musculaires et pour trois des *hop tests*). Après revue de la littérature et sur la base de notre expérience clinique, nous suggérons les recommandations suivantes.

1. *Une rééducation dès la phase préopératoire.* Cette rééducation vise à permettre une récupération maximale de la force et des amplitudes en préopératoire. En effet, une faiblesse préopératoire du quadriceps prédit une faiblesse postopératoire.¹⁷ Elle permettra également une résolution plus rapide de l'épanchement, d'informer et d'entraîner le patient à sa rééducation postopératoire.
2. *Une bonne collaboration entre chirurgien, physiothérapeute et patient: encadrement et monitoring régulier des progrès du patient.* La récupération prend des mois. Or, la compliance diminue avec le temps. Si le patient se sent encadré par une équipe et voit ses progrès, un *feedback* positif s'installe.
3. *Une rééducation postopératoire précoce, intensive mais pas agressive.* Appui total immédiat, avec mobilisation postopératoire précoce, puis renforcement musculaire et rééducation neuromusculaire progressive.
4. *Une rééducation spécifique au sport visé.* A titre d'exemples, nous décrivons ici le protocole de rééducation spécifique pour les deux sports les plus pratiqués en Suisse, le ski et le football (données de l'Office fédéral suisse).

Ski

Chez les skieurs de compétition, le risque de récurrence de rupture du LCA est estimé à 19% (suivi de l'équipe française de coupe du Monde de 1980-2005).³⁰ Le mécanisme le plus fréquent est une chute en arrière, dans un virage, avec perte d'appui sur un ski (*phantom foot*). Le genou con-



trolatéral subit une hyperflexion et une rotation interne qui entraînent la rupture. Les autres mécanismes fréquents sont un traumatisme en valgus et une rotation externe forcée lors d'une chute ou un tiroir antérieur, lors de la réception de saut sur l'arrière du ski, qui propulse la chaussure vers l'avant.³¹ Notre protocole de rééducation se concentre sur la récupération de la proprioception aux forces centrifuges et de la force isométrique sur le quadriceps.

1. Phase précoce (semaines 0-6):
 - récupérer les amplitudes;
 - récupérer une contraction isométrique complète du quadriceps (nécessaire lors des virages).
2. Phase de rééducation avancée (semaines 6-12):
 - récupérer l'endurance: travail en chaîne fermée sous forme de squats jusqu'à 60 degrés de flexion (position schuss, nécessaire lors des virages). Travail à faible résistance, mais fréquence et durée croissantes;
 - récupérer la proprioception des forces centrifuges: squats sur hémisphère;
 - travail cardio sur rameur.
3. Phase de training spécifique au ski (semaines 12-20):
 - récupérer la force (LSI $\geq 85\%$) et l'explosivité des muscles: exercices pliométriques: course avant/arrière/latérale et squat contre résistance élastique.
4. Retour au ski: à basse vitesse, sans obstacle ni bosse.
5. Phase de retour à la compétition:
 - pour autoriser le retour: le *vail sport test* est un outil à considérer.³² Il comprend quatre évaluations, réalisées contre la résistance d'une corde élastique (Sportcord, MA, Etats-Unis): squats en appui unipodal (15 pts), sauts latéraux (15 pts), course avant (12 pts) et arrière (12 pts). Un score $\geq 46/54$ est requis.

Football

Au football, le mécanisme le plus fréquent est un traumatisme en valgus et rotation externe, sur pied fixé.³³ Notre protocole de rééducation se centre sur la récupération de l'explosivité, de la proprioception, du contact du ballon et des mouvements en valgus/varus/rotations, et un retour rapide du travail sur le terrain.

1. Phase précoce (semaines 0-4):
 - récupérer les amplitudes;
 - récupérer une contraction isométrique et un contrôle complet du quadriceps;
 - travail cardio avec le haut du corps.
2. Phase de rééducation avancée (semaines 8-12):
 - récupérer l'explosivité et la force (pour LSI $\geq 75\%$) par rééducation pliométrique: course avant/arrière/latérale contre résistance élastique, course en piscine;
 - récupérer la proprioception en valgus/varus et en rotations: travail en appui monopodal sur plateforme instable ou en mousse. Passes avec et sans chaussures de foot, avec le versant interne/externe du pied;

- travail cardio sur vélo.
3. Phase de retour sur le terrain (semaines 12-20):
 - accélérations/décélérations selon un schéma en étoile, puis selon la position dans le jeu, sur le terrain;
 - rééducation au contact: simulations de *tackles*, *kick*, contact aériens en salle;
 - récupérer la force (pour LSI $\geq 85\%$): travail en chaînes ouverte et fermée sur le terrain et en salle de fitness.
 4. Phase de retour aux entraînements: vers 20-24 semaines, initialement sans contact.
 5. Phase de retour à la compétition: deux tests reconnus comme valides: le *Yo-Yo intermittent recovery test*³⁴ et le *RSSA test (repeated shuttle sprint ability test)*.³⁵ Nous ne conseillons pas l'usage d'une attelle car elle n'apporte ni protection ni bénéfice.^{17,36,37}

CONCLUSION

La reconstruction du LCA est la chirurgie ligamentaire la plus fréquente du genou. Le retour au sport après cette chirurgie reste toutefois un défi. Plus d'un tiers des athlètes sont incapables de reprendre leur sport au même niveau, et presque un cinquième subira un nouvel accident lors de cette reprise. Alors que la peur d'un nouvel accident reste le premier obstacle à la reprise du sport, la persistance de déficits fonctionnels est la première cause de récurrence de déchirure ligamentaire. Le retour au sport ne peut donc plus être autorisé simplement sur la base du temps écoulé depuis la chirurgie. Sur la base d'une revue de la littérature et de notre expérience, nous avons proposé des critères objectifs pour entrevoir un retour au sport après correction des déficits fonctionnels. Une rééducation précoce, spécifique au sport visé et focalisée sur les déficits résiduels permettra, nous le pensons, un retour plus fréquent et avec davantage de sécurité aux activités sportives. ■

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt en relation avec cet article.

Adresse

Pr Jacques Ménétreay
Dr Robin Martin
Suzanne Gard et Cyril Besson
Physiothérapeutes
Swiss olympic medical center
Unité d'orthopédie et traumatologie du sport
Service de chirurgie orthopédique et traumatologie
de l'appareil moteur
HUG, Faculté de médecine et Université de Genève
1211 Genève 14
jacques.menetrey@hcuge.ch
robin.martin@hcuge.ch
suzanne.gard@hcuge.ch
cyril.besson@hcuge.ch

Bibliographie

1 ** Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2011;27:1697-705.

2 Hewett TE, Di Stasi SL, Myer GD. Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2012;41:216-24.

3 Brophy RH, Schmitz L, Wright RW, et al. Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Group. *Am*



J Sports Med 2012;40:2517-22.

4 Gobbi A, Francisco R. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: A prospective clinical investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:1021-8.

5 ** 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* 2011;45:596-606.

6 Lee DY, Karim SA, Chang HC. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction – a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37:273-8.

7 Thomee R, Kaplan Y, Kvist J, et al. Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:1798-805.

8 ** Barber-Westin SD, Noyes FR. Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: A systematic review. *Phys Sportsmed* 2011;39:100-10.

9 * Kong DH, Yang SJ, Ya JK, et al. Validation of functional performance tests after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Relat Res* 2012;24:40-5.

10 Harbo T, Brincks J, Andersen H. Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. *Eur J Appl Physiol* 2012;112:267-75.

11 Myer GD, Schmitt LC, Brent JL, et al. Utilization of modified NFL combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41:377-87.

12 Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, et al. Effects of sex on compensatory landing strategies upon return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41:553-9.

13 Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med* 2010;38:1968-78.

14 Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, et al. Proprioceptive deficits after ACL injury: Are they clinically relevant? *Brit J Sports Med* 2012;46:180-92.

15 Shelbourne KD, Freeman H, Gray T. Osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: The

importance of regaining and maintaining full range of motion. *Sports Health* 2012;4:79-85.

16 van Grinsven S, van Cingel RE, Holla CJ, van Loon CJ. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:1128-44.

17 Hartigan EH, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Time line for noncopers to pass return-to-sports criteria after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:141-54.

18 * Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med* 1991;19:513-8.

19 * Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 2007;87:337-49.

20 Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: Two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. *Am J Sports Med* 2011;39:538-43.

21 Thomee R, Neeter C, Gustavsson A, et al. Variability in leg muscle power and hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20:1143-51.

22 Hewett TE, Myer GD. The mechanistic connection between the trunk, hip, knee, and anterior cruciate ligament injury. *Exerc Sport Sci Rev* 2011;39:161-6.

23 * Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C, Walsh C, West J. The drop-jump screening test: Difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *Am J Sports Med* 2005;33:197-207.

24 Paterno MV, Ford KR, Myer GD, Heyl R, Hewett TE. Limb asymmetries in landing and jumping 2 years following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin J Sport Med* 2007;17:258-62.

25 Norris B, Trudelle-Jackson E. Hip- and thigh-muscle activation during the star excursion balance test. *J Sport Rehabil* 2011;20:428-41.

26 Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of star excursion balance test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee* 2009;16:149-52.

27 Steffen K, Nilstad A, Kristianslund E, et al. A com-

parison between the star excursion balance test and subjective assessment of knee stability in a single-leg squat. *Brit J Sports Med* 2011;45:375.

28 Kvist J, Ek A, Sporrstedt K, Good L. Fear of re-injury: A hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:393-7.

29 Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport* 2008;9:9-15.

30 Pujol N, Blanchi MP, Chabaut P. The incidence of anterior cruciate ligament injuries among competitive Alpine skiers: A 25-year investigation. *Am J Sports Med* 2007;35:1070-4.

31 * Kokmeyer D, Wahoff M, Mymern M. Suggestions from the field for return-to-sport rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: Alpine skiing. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42:313-25.

32 Garrison JC, Shanley E, Thigpen C, et al. The reliability of the vail sport test as a measure of physical performance following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7:20-30.

33 * Bizzini M, Hancock D, Impellizzeri F. Suggestions from the field for return to sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: Soccer. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42:304-12.

34 Bangsbo J, Iaia FM, Krustup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med* 2008;38:37-51.

35 Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, et al. Validity of a repeated-sprint test for football. *Int J Sports Med* 2008;29:899-905.

36 Kruse LM, Gray B, Wright RW. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:1737-48.

37 Birmingham TB, Bryant DM, Giffin JR, et al. A randomized controlled trial comparing the effectiveness of functional knee brace and neoprene sleeve use after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2008;36:648-55.

* à lire

** à lire absolument