



Article scientifique

Article

2021

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Qu'en est-il des allogreffes pour la chirurgie ligamentaire du genou ?

Tscholl, Philippe; Menetrey, Jacques; Gauthier, Morgan

How to cite

TSCHOLL, Philippe, MENETREY, Jacques, GAUTHIER, Morgan. Qu'en est-il des allogreffes pour la chirurgie ligamentaire du genou ? In: Revue médicale suisse, 2021, vol. 17, n° 745, p. 1310–1313. doi: 10.53738/REVMED.2021.17.745.1310

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:178439>

Publication DOI: [10.53738/REVMED.2021.17.745.1310](https://doi.org/10.53738/REVMED.2021.17.745.1310)

Qu'en est-il des allogreffes pour la chirurgie ligamentaire du genou?

Dr PHILIPPE M. TSCHOLL^{a,b,c}, Pr JACQUES MENETREY^{a,d} et Dr MORGAN GAUTHIER^{a,b}

Rev Med Suisse 2021; 17: 1310-3

L'allogreffe dans la chirurgie ligamentaire du genou semble être une option intéressante au vu de l'absence de site de prélèvement, d'une facilité d'utilisation, d'un choix des propriétés, d'une durée chirurgicale raccourcie et donc de risques peropératoires diminués. Le risque de transmission infectieuse est très faible. Ses résultats sont comparables à la chirurgie par autogreffe uniquement si non irradiée et non stérilisée en termes de force, retour au sport, et comparables ou légèrement inférieurs en termes de stabilité. Les allogreffes ne sont pas devenues pratiques courantes, en raison des coûts, de la disponibilité, d'une intégration, d'une transformation biologique prolongée et du taux de reruptures plus élevé chez les jeunes patients actifs. Les allogreffes sont par contre indispensables pour les reconstructions multiligamentaires et des révisions complexes.

Should allografts become gold-standard in ligamentous knee surgery?

Allografts in reconstructive knee surgery are an interesting option, due to the absence of donor site morbidity, its rather easy intra-operative handling, the different sizes, shorter surgical time, and therefore less peroperative risks. The risk of infection is very low. Their results are similar when non-irradiated and non-sterilized allografts are used in terms of postoperative strength, return to sport, and comparable stability testing. Nevertheless, allografts have not yet become current practice, due to the costs, the availability, its structural integration and ligamentisation process that might be prolonged and its increased re-rupture rate in the young and active population. Its undeniable value for multiligamentous or complexe knee reconstruction is however undeniable, which should however be reserved for specialized centers.

INTRODUCTION

L'utilisation d'allogreffe dans la chirurgie reconstructive du genou semble très attrayante. Aucun tissu n'est prélevé pour remplacer un autre permettant une durée opératoire plus courte, moins de cicatrices, de douleurs postopératoires, ainsi qu'un risque plus faible d'hématome et d'infection du site opératoire. L'allogreffe – un tissu d'un individu génétiquement

différent, mais de la même espèce – peut être commandée en fonction de sa longueur et de son épaisseur désirées, selon les limites anatomiques.

Néanmoins, l'utilisation d'allogreffe pour la chirurgie ligamentaire primaire du genou est effectuée dans une minorité de cas dans le monde (2-20%). Pour la reconstruction primaire du ligament croisé antérieur (LCA), le premier choix reste l'autogreffe pour les patients jeunes et actifs.¹ Les différents aspects sont discutés plus loin.

DISPOSITIONS LÉGALES ET NÉGOCIATIONS AVEC LES ASSUREURS

Les dispositions légales divergent entre les différents pays. En Suisse, contrairement à l'Allemagne, mais de façon similaire à la France et l'Autriche, non seulement les greffes stérilisées sont autorisées mais également celles congelées. Les greffes « fraîches » ne sont permises dans aucun de ces pays, sauf à de rares indications. La juridiction est réglée par la loi de transplantation et ses ordonnances (loi sur la transplantation; RS 810.21, depuis le 1^{er} juillet 2007).

La prise en charge financière des allogreffes utilisées pour la chirurgie électorale fait partie des Swiss Diagnosis Related Groups (DRG). Pour une rémunération supplémentaire par les assureurs, une négociation préalable est nécessaire, souvent fastidieuse, longue et compliquée. Du point de vue socio-économique, son usage routinier pourrait être intéressant pour diminuer les coûts hospitaliers uniquement si la chirurgie par allogreffe permettait une prise en charge ambulatoire.²

DU PRÉLÈVEMENT À L'UTILISATION DE L'ALLOGREFFE AU BLOC OPÉRATOIRE

Le prélèvement et le stockage de l'allogreffe représentent une étape délicate. La procédure doit s'effectuer de manière stérile, après le prélèvement d'organes mous et de la cornée, au plus tard 12 heures après le décès du donneur. Ensuite, les allogreffes tendineuses sont lavées et rincées puis mises dans une solution antibiotique. La suite de la préparation de l'allogreffe est une étape critique, en raison des processus physiques et chimiques utilisés pour éliminer des organismes potentiels. Le risque infectieux est surtout bactérien (contamination lors du prélèvement de l'ordre de 0,1 à 1%, ce qui ne correspond pas forcément à une infection postopératoire) et viral (VIH, hépatites B et C). De multiples tests sérologiques sont effectués sur le patient donneur, ainsi que des prélèvements sur la greffe.

^aService de chirurgie orthopédique et de traumatologie de l'appareil locomoteur, HUG, 1211 Genève 14, ^bUnité d'orthopédie et de traumatologie du sport (UOTS), Swiss Olympic Medical Center HUG Cressy, HUG, 1211 Genève 14, ^cReFORM (Réseau francophone olympique de recherche en médecine du sport), IOC Research Centre for Prevention of Injury and Protection of Athlete Health, HUG, 1211 Genève 14, ^dCentre de médecine du sport et de l'exercice, Swiss Olympic Medical Center, Hirslanden Clinique La Colline, 1205 Genève philippe.tscholl@hcuge.ch | jacques.menetrey@hcuge.ch morgan.gauthier@hcuge.ch

Ces processus de préparation peuvent péjorer la qualité structurale de la greffe, ainsi que son potentiel biologique, ce qui est notamment le cas lors de la stérilisation du prélèvement. Les allogreffes sont disponibles dans les formes suivantes: congelée, stérilisée ou fraîche.

Allogreffe congelée

Trois différents types de préparation sont possibles. Il s'agit du «fresh-frozen» (fresh-freezing) où la greffe prélevée est directement congelée à -80 °C, de la «cryodessiccation» ou «lyophilisation» (freeze-drying), et de la «cryopréservation» dans de l'azote liquide à -196 °C. Ces trois techniques détruisent les cellules à complexe majeur d'histocompatibilité (CMH), diminuant fortement la réaction de l'hôte contre la greffe.³ Une certaine cytolysse est inévitable. Avant la congélation, les greffes peuvent être décontaminées par ultrasons ou en appliquant alternativement de la surpression et du vide. Après chacun de ces processus, l'allogreffe ne contient plus de cellules viables.⁴ Les greffes «fresh-frozen» montrent la meilleure stabilité après ce processus.

Allogreffe stérilisée

Il existe plusieurs techniques de stérilisation pour éviter la transmission de virus et de bactéries. Elles peuvent être chimiques (en utilisant de l'éthanol et de l'acide peracétique ou de l'oxyde d'éthylène) ou par rayon gamma (25-40 kGy sont nécessaires pour détruire les rétrovirus), les stérilisations thermique (à plus de 100 degrés) ou par faisceau d'électrons (e-beam). Lors de l'application de ces méthodes, les greffes subissent des détériorations importantes aux niveaux biologique et mécanique, engendrant une majoration du risque de rerupture et une augmentation du temps de remodelage (processus par lequel un tendon se transforme en ligament) et d'intégration osseuse.

Allogreffe «fraîche»

Dans ce cas, le prélèvement est uniquement baigné dans une solution antibiotique et ne subit donc pas d'altération biologique ni mécanique. Contrairement aux allogreffes préparées par les autres techniques, qui peuvent être conservées des mois, voire des années, l'allogreffe «fraîche» doit être utilisée dans les quelques semaines suivant son prélèvement.

LES DIFFÉRENTES ALLOGREFFES UTILISÉES ET LEURS INDICATIONS EN FONCTION DE LEURS CARACTÉRISTIQUES

Le grand avantage des allogreffes est leur diversité en longueur et en épaisseur qui peuvent être choisies en fonction des besoins de la chirurgie. L'allogreffe commandée peut se trouver sous forme tendineuse uniquement (qui peut être tubulaire ou plate) associée à une baguette osseuse (comme pour le tendon d'Achille, avec un large bloc osseux venant du calcaneum) ou avec deux blocs osseux de part et d'autre du tendon (sous forme d'un tendon rotulien ou alors d'un appareil extenseur entier).

Pour le LCA ou le ligament croisé postérieur (LCP), ce sont généralement les mêmes tendons que pour les autogreffes qui sont utilisés (tendons quadricipital, rotulien ou ischio-jambiers). Ils existent déjà de manière préfabriquée en différentes longueurs et épaisseurs. Les tendons des muscles tibial antérieur ou postérieur, du long péronier et d'Achille sont d'autres allogreffes fréquemment utilisées. Pour les reconstructions multiligamentaires principalement, le tendon d'Achille est une option idéale grâce à sa longueur et sa largeur permettant une reconstruction du LCP (avec bloc osseux) et du LCA (uniquement tendineux) d'un diamètre de 9 mm (ces deux parties prises en série) (figure 1); la longue partie restante sera utilisée pour une reconstruction du plan interne et/ou externe. Pour des reconstructions ligamentaires complexes nécessitant une longue greffe de 25 à 30 cm de longueur (comme pour la reconstruction du point d'angle postérolatéral comprenant le tendon poplité, les ligaments poplitéofibulaire et collatéral externe) le tendon d'Achille est trop court. Les allogreffes tendineuses du tibial antérieur ou postérieur restent souvent la seule option (tableau 1).

Dans ce contexte, il est extrêmement important de décongeler progressivement les allogreffes dans deux bains-marie. Dès que cela est effectué, il faut réaliser plusieurs frottis à la recherche de contamination bactérienne aérobie ou anaérobie. Une prophylaxie antibiotique préopératoire autre qu'une céphalosporine de deuxième génération n'est pas nécessaire et dépend de l'habitude de l'opérateur de placer l'allogreffe dans une compresse imbibée d'une solution à la vancomycine.

FIG 1 Allogreffe du tendon d'Achille

L'allogreffe du tendon d'Achille (A) permet d'effectuer plusieurs greffons (B) pour une plastie du ligament croisé postérieur, du ligament croisé antérieur (au centre) et d'une plastie extra-articulaire (ligament collatéral interne, ligament collatéral externe; à gauche).

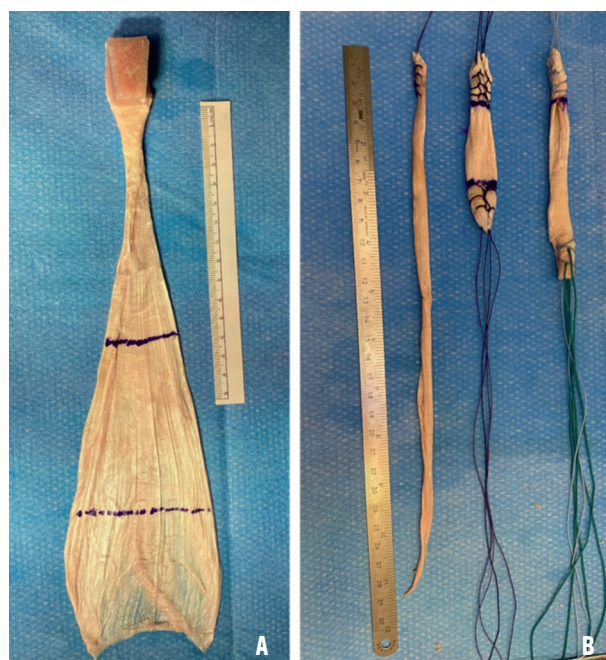


TABLEAU 1 Types de greffe, caractéristiquesInformation reçue de: ^aNeutromedics, ^bSmith & Nephew.

LAL: ligament antéro-latéral; LCA: ligament croisé antérieur; LCP: ligament croisé postérieur; LLE: ligament collatéral externe; LLI: ligament collatéral interne; PAPE: point d'angle postéro-externe.

Nom	Longueur	Diamètre	Forme	Bloc osseux	Indication	Prix (CHF, 2021)
Tendon d'Achille	< 20 cm ^a > 15 cm ^b	Variable	Plat	±	Multiligamentaire (LCA, LCP, LLI, LLE)	2220.- à 2710.- ^a 2180.- à 2430.- ^b
Tendon gracilis	de 18 à > 24 cm ^a > 15 cm ^b	Variable	Rond	-	LCA ou LAL	1287.- ^a 2090.- ^b
Tendon semi-tendineux	21 à > 24 cm ^a > 15 cm ^b	Variable	Rond	-	LCA, LLI, LLE (technique Larson)	1364.- ^a 2090.- ^b
Tendon tibial antérieur	de 18 à > 23 cm ^a > 15 cm ^b	Variable	Rond	-	LCP, PAPE (LLE; tendon poplité, technique LaPrade)	1364.- à 1780.- ^a 2190.- ^b
Tendon tibial postérieur	de 18 à > 23 cm ^a > 15 cm ^b	Variable	Rond	-	LCP, PAPE (LLE; tendon poplité, technique LaPrade)	1364.- à 1780.- ^a 2190.- ^b
Tendon long péronier	27 à > 30 cm ^a	Variable	Rond	-	PAPE (LLE; tendon poplité, technique LaPrade)	1492.- à 1780.- ^a
Tendon quadriceps (avec os)	Variable ^a	Variable	Plat	+	LCA, LCP	2280.- ^a
Tendon rotulien (os des deux côtés)	de 42 à 60 mm (très variable) ^a	13 mm	Plat	+	LCA	3205.- à 3920.- ^a 3390.- à 5980.- ^b
Appareil extenseur complet	Variable	13 mm	Plat	+	Multiligamentaire	6160.- ^a 7485.- ^b

INDICATIONS À UNE RECONSTRUCTION LIGAMENTAIRE PAR ALLOGREFFE ET RÉSULTATS

Entre 2 et 17% de toutes les reconstructions primaires du LCA en Europe et jusqu'à 40% aux États-Unis sont effectuées à l'aide d'allogreffes.⁵⁻⁷ Les premières revues systématiques à ce sujet montraient encore une claire augmentation du risque d'instabilité postopératoire et de rerupture, possiblement en lien avec les allogreffes irradiées et stérilisées chimiquement.⁸ Les revues systématiques plus récentes incluant des allogreffes congelées (typiquement fresh-frozen) montrent des résultats fonctionnels et mécaniques similaires ou légèrement inférieurs, avec des taux de reruptures comparables.^{4,9,10} Les risques d'infection, de raideur articulaire ou de douleur antérieure du genou sont comparables.^{11,12} Bien que les résultats récents incluent uniquement des allogreffes non chimiquement stérilisées et non irradiées, le taux de reruptures est statistiquement plus élevé chez les patients jeunes de moins de 25 ans très actifs, par rapport à l'utilisation des autogreffes (9,6 versus 25%).¹³⁻¹⁵ Chez les enfants, les allogreffes restent contre-indiquées.¹⁶

En cas de révision du LCA, les allogreffes ont démontré des résultats comparables aux autogreffes,⁷ ainsi que pour la reconstruction du LCP et multiligamentaires (**tableau 2**).^{17,18}

RÉÉDUCATION SUITE À UNE RECONSTRUCTION LIGAMENTAIRE PAR ALLOGREFFE

Les différentes étapes de rééducation suite à une reconstruction ligamentaire par allogreffe sont identiques à celles par autogreffe.¹⁹ En effet, pour les trois premières étapes de rééducation (a) extension et diminution de la tuméfaction; b) stabilité fonctionnelle et c) renforcement), c'est la fixation

de lésions associées, notamment la réparation méniscale, qui prime. Pour les étapes suivantes (sauts, changement de direction et reprise d'entraînement spécifique) avant la reprise du sport, la biologie de cicatrisation de l'allogreffe doit être prise en compte. Comme pour les autogreffes, les allogreffes subissent un processus de «ligamentisation» qui comprend une phase de nécrose suivie par une revascularisation, une prolifération des fibroblastes et une synthèse de collagène. À la fin de ce processus, les caractéristiques histologiques et biomécaniques semblent être identiques.^{20,21} Les étapes de ce processus sont plus lentes et différées dans le temps dans les allogreffes avec notamment une phase inflammatoire prolongée.^{22,23} Comme ce temps de ligamentisation et d'incorporation de la greffe dans les tunnels osseux est augmenté, principalement lors de l'utilisation des allogreffes stérilisées, un retour aux sports de pivot ne devrait pas avoir lieu avant au moins 12 mois postopératoires.²⁴ Ainsi, malgré l'avantage d'une absence de morbidité sur le site de prélèvement, il existe un risque plus élevé d'échec lors d'un retour au sport précoce avec une allogreffe.

CONCLUSION

Selon la littérature, l'autogreffe reste la greffe de premier choix (aussi du point de vue socio-économique)²⁵ pour les reconstructions ligamentaires chez les patients jeunes (< 25 ans), pratiquant une activité sportive intense, car les taux de reruptures sont significativement plus faibles qu'avec une allogreffe. Pour les patients plus âgés, l'allogreffe congelée reste une alternative valable avec des résultats fonctionnels et mécaniques comparables, mais avec un prix considérablement plus élevé et sans véritable avantage sur l'intensité des douleurs postopératoires et la récupération de la force. Les allogreffes chimiquement ou physiquement

TABEAU 2

Avantages et désavantages des allogreffes et autogreffes à disposition pour la chirurgie ligamentaire du genou

Types de greffe	Exemples	Avantages	Désavantages	Indication
Autogreffe	Tendon quadricipital, ischio-jambiers, rotulien, (tractus iliotibial)	Tissu propre à l'individu	<ul style="list-style-type: none"> Morbidité du prélèvement Disponibilité limitée Affaiblissement musculaire 	Reconstruction primaire et révision «simple»
Allogreffe	Appareil extenseur, tendon d'Achille, tendon tibial antérieur ou postérieur, ischio-jambiers	Pas de morbidité de prélèvement Temps chirurgical	<ul style="list-style-type: none"> Coûts Disponibilité limitée Réaction allogreffe-hôte pas exclue Infection très rare Selon qualité de la greffe, risque de perte de stabilité (durée prolongée d'intégration) Proprioception? 	Reconstruction complexe, multiligamentaire, révision chirurgicale complexe
Greffe hybride	Combinaison d'autogreffe ou d'allogreffe avec greffe synthétique	Amélioration de la stabilité primaire Intégration?	<ul style="list-style-type: none"> Coûts Complication par microdébris? Intégration? 	Pas d'évidence

stérilisées ne sont pas indiquées au vu de leurs propriétés mécaniques affaiblies.

Pour les reconstructions multiligamentaires aiguës ou chroniques, comme pour les révisions complexes, ou la troisième reprise d'une ligamentoplastie du genou, les allogreffes sont souvent nécessaires et montrent des résultats satisfaisants. L'indication à l'utilisation d'allogreffes ligamentaires reste donc réservée à des situations bien précises, dans des centres spécialisés disposant de l'expertise pour effectuer les opérations complexes du genou.

Conflit d'intérêts: Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- Les allogreffes tendineuses congelées, non irradiées et non stérilisées chimiquement, sont une option dans la chirurgie ligamentaire du genou
- La reconstruction ligamentaire par autogreffe montre des résultats supérieurs pour les reconstructions primaires du ligament croisé antérieur, notamment chez le jeune patient actif
- Les allogreffes sont souvent indispensables pour une reconstruction multiligamentaire du genou
- Le taux d'infection postopératoire des allogreffes n'est pas plus élevé que celui des autogreffes

1 Therrien E, Stuart MJ, Levy BA. Editorial Commentary: Autograft Beats Allograft for Most Knee Ligament Surgery. *Arthroscopy* 2021;37:951-2.
 2 Nagda SH, Altobelli GG, Bowdry KA, Brewster CE, Lombardo SJ. Cost Analysis of Outpatient Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Autograft versus Allograft. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:1418-22.
 3 Arnoczky SP. The Biology of Allograft Incorporation. *J Knee Surg* 2006;19:207-14.
 4 *Hulet C, Sonnery-Cottet B, Stevenson C, et al. The Use of Allograft Tendons in Primary ACL Reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27:1754-70.
 5 Baer GS, Harner CD. Clinical Outcomes of Allograft versus Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin Sports Med* 2007;26:661-81.
 6 Cohen SB, Sekiya JK. Allograft Safety in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin Sports Med* 2007;26:597-605.
 7 *Grassi A, Nitri M, Moulton SG, et al. Does the Type of Graft Affect the Outcome of Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Meta-Analysis of 32 Studies. *Bone Joint J* 2017;99-B:714-23.
 8 Kraeutler MJ, Bravman JT, McCarty EC. Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft versus Allograft in Outcomes of Anterior

Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-Analysis of 5182 Patients. *Am J Sports Med* 2013;41:2439-48.
 9 Zeng C, Gao SG, Li H, et al. Autograft versus Allograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Systematic Review of Overlapping Systematic Reviews. *Arthroscopy* 2016;32:153-63.e18.
 10 Wei J, Yang HB, Qin JB, Yang TB. A Meta-Analysis of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Autograft Compared with Nonirradiated Allograft. *Knee* 2015;22:372-9.
 11 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.
 12 Van Eck CF, Schkrohowsky JG, Working ZM, Irrgang JJ, Fu FH. Prospective Analysis of Failure Rate and Predictors of Failure after Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Allograft. *Am J Sports Med* 2012;40:800-7.
 13 *Wasserstein D, Sheth U, Cabrera A, Spindler KP. A Systematic Review of Failed Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Autograft Compared with Allograft in Young Patients. *Sports Health* 2015;7:207-16.
 14 Kane PW, Wascher J, Dodson CC, et al.

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft versus Allograft in Skeletally Mature Patients Aged 25 Years or Younger. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24:3627-33.
 15 Bottoni CR, Smith EL, Shaha J, et al. Autograft versus Allograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized Clinical Study with a Minimum 10-Year Follow-Up. *Am J Sports Med* 2015;43:2501-9.
 16 Ardern CL, Ekås GR, Grindem H, et al. Prevention, Diagnosis and Management of Paediatric ACL Injuries. *Br J Sports Med* 2018;52:1297-8.
 17 Wang CJ, Chan YS, Weng LH, Yuan LJ, Chen HS. Comparison of Autogenous and Allogeneous Posterior Cruciate Ligament Reconstructions of the Knee. *Injury* 2004;35:1279-85.
 18 Tian P, Hu WQ, Li ZJ, Sun XL, Ma XL. Comparison of Autograft and Allograft Tendons in Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-Analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017;96:e7434.
 19 Coppens E, Gard S, Ziltener JL, Menetrey J, Tscholl PM. Retour au sport et à la compétition après reconstruction du ligament croisé antérieur. *Rev Med Suisse* 2018;14:1340-5.
 20 Tom JA, Rodeo SA. Soft Tissue Allografts for Knee Reconstruction in Sports Medicine. *Clin Orthop Relat Res* 2002:135-56.

21 Condello V, Zdanowicz U, Di Matteo B, et al. Allograft Tendons Are a Safe and Effective Option for Revision ACL Reconstruction: A Clinical Review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27:1771-81.
 22 Jackson DW, Grood ES, Goldstein JD, et al. A Comparison of Patellar Tendon Autograft and Allograft Used for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in the Goat Model. *Am J Sports Med* 1993;21:176-85.
 23 Muramatsu K, Hachiya Y, Izawa H. Serial Evaluation of Human Anterior Cruciate Ligament Grafts by Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging: Comparison of Allografts and Autografts. *Arthroscopy* 2008;24:1038-44.
 24 Dustmann M, Schmidt T, Gangely I, et al. The Extracellular Remodeling of Free-Soft-Tissue Autografts and Allografts for Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: A Comparison Study in a Sheep Model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:360-9.
 25 *Mistry H, Metcalfe A, Colquitt J, et al. Autograft or Allograft for Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament: A Health Economics Perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27:1782-90.

* lire
** à lire absolument