

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année : 2018

N° 2018-129

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

DES de Chirurgie Générale

par

Yonis QUINETTE

né le 26 Juin 1989 à Argenteuil

Présentée et soutenue publiquement le 5 octobre 2018

**RESULTATS FONCTIONNELS DES RECONSTRUCTIONS DU
LIGAMENT CROISE ANTERIEUR PAR AUTOGREFFE AUX
ISCHIOJAMBIERS
INFLUENCE DU NOMBRE DE TENDONS PRELEVES**

Président du Jury : Monsieur le Professeur François GOUIN

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Ronan GUILLOU

Membres du Jury : Monsieur le Professeur Norbert PASSUTI
Monsieur le Docteur Joël DELECRIN, Maitre de Conférences
Monsieur le Docteur Marc DAUTY
Monsieur le Docteur Thibaut NOAILLES

REMERCIEMENTS

A mon Maître et Président de thèse,

Monsieur le Professeur François GOUIN

Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Chirurgien des hôpitaux

Vous m'avez fait l'honneur de présider cette thèse et je vous en remercie.

Votre habileté chirurgicale et votre expérience n'ont cessé de m'impressionner tout au long de ma formation et seront toujours un exemple pour moi.

Veillez trouver ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A mon directeur de thèse

Monsieur le Docteur Ronan GUILLOU

Chirurgien libéral

Tu es à l'origine de cette thèse et me fait l'honneur de la diriger.

Merci pour la confiance que tu m'as accordé, aussi bien au cours de ce travail que lors de ma formation.

Je te remercie sincèrement pour tout ce que tu m'as appris, et m'apprendra encore dans les années à venir.

Monsieur le Professeur Norbert PASSUTI

Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Chirurgien des hôpitaux

Vous m'avez fait l'honneur de siéger parmi les membres de ce jury.

Mes premiers pas au sein du service et du bloc opératoire furent à vos côtés.

Je n'oublierai jamais votre bienveillance et votre attention.

Monsieur le Docteur Joël DELECRIN

**Maitre de Conférence Universitaire de Chirurgie Orthopédique et
Traumatologique**

Chirurgien des hôpitaux

Votre esprit scientifique et vos connaissances chirurgicales sont sans équivoque.

Votre rigueur est pour moi un exemple.

Votre présence dans ce jury est un honneur.

Monsieur le Docteur Marc DAUTY

Praticien Hospitalier

Service de Médecine Physique et de Réadaptation

Chef de service

Tu me fais l'honneur de siéger parmi les membres de ce jury.

Merci pour ton aide précieuse et ta disponibilité sans faille tout au long de ce projet.

En espérant pouvoir collaborer avec toi dans le futur

Monsieur le Docteur Thibaut NOAILLES

Chirurgien libéral

Je te remercie pour tes précieux conseils et ton implication (à toute heure) à l'élaboration de cette thèse.

Ta gentillesse et ton humour, associé à tes talents chirurgicaux, seront toujours un exemple pour moi.

Je n'aurai pu imaginer cette thèse sans ta présence.

A mes parents

Aucun mot n'est assez fort pour exprimer toute ma gratitude. Ce jour ne serait jamais arrivé sans tous vos sacrifices.

En espérant continuer à vous rendre fiers chaque jour, je vous aime.

A Marie

A tous nos bonheurs passés et à venir.

Chaque jour avec toi est une force.

Tu fais de moi le plus heureux des hommes.

A Mamie, Tata Patricia, Alexandre, Dalinh et Nathalie

Je suis si heureux que vous soyez à mes côtés dans cette étape importante. J'espère que vous êtes fiers de l'homme que je suis devenu.

A Kim

Mon frère, tu as toujours été là pour moi, dans les bons moments comme les coups durs. Le temps et la distance n'y peuvent rien, tu seras toujours dans mon cœur.

A mes amis de fac, ma seconde « famille » : **Ala, Amélie, Arthur et Arthur, Benjamin, Chloé, Clémence, J-Lo, Juliette, Léa, Louis, Pauline, Patoche, Pierre...** pour tous les incroyables moments passés tous ensemble, et à venir !
Mention spéciale pour Louis et son aide précieuse à la réalisation de ce travail.

A Romain, Marc et Max

Mes colocs, mes amis, grâce à vous je me suis senti ici chez moi en un temps record. Nantes c'est cool, oui mais surtout avec vous !

Romain, je suis fier de partager ce grand moment avec toi : ce soir on fait la night !

A mes belles rencontres nantaises : **Edouard, Hannah, Marie, Boris, Lucas, Diane...**

A mes amis d'une autre vie, toujours présents malgré le temps qui passe : **Camille, David, Naeem, Vicky...**

A ceux qui ont eu le courage de me supporter 6 mois et m'ont surtout appris tellement : **Laurent Baverel, Kevin Andrieu, Marc Cappelli** et **Guy Pietu**...un grand merci !

A **Guillaume Gabled, Pierre Marie Longis** et **Matthieu Boissard** pour tous ces bons moments, aussi bien à l'hôpital qu'à l'extérieur.

Aux chefs de clinique et assistants avec qui j'ai tellement partagé, au bloc comme au Flesselles : **Sylvain, Fabrice, Nicolas, Giovany, Jeremy, Kevin, Vincent, Mike** et **Karim**

Aux chirurgiens qui ont participé à ma formation chirurgicale :

Au CHU de Nantes : Mesdames et Messieurs les Docteurs **Touchais** et **Waast**

Au CH de la Roche sur Yon : Messieurs les Docteurs **Venet, Fraquet, Le Cour-Grandmaison, Tesson** et **Girard**

Au CH de Saint Nazaire : Mesdames et Messieurs les Docteurs **Soubigou, Bigotte, Girard, Hemery** et **Jamard**

A l'hôpital Ambroise Paré : Monsieur le Professeur **Bauer** et Messieurs les docteurs **Beranger, Morvan, Werthel, Sanchez, Pansard, Thes** et **Rkain**.

A l'ensemble des équipes de bloc, des services d'hospitalisation et de consultation des différents hôpitaux où ma formation m'a conduit

A mes cointernes et amis, grâce à qui l'internat fut une période inoubliable : **Marie, Julien** et **Yoann**, montés ensemble sur ce navire, que le temps est passé vite !

A **Cécile**, pressé de travailler à tes côtés

A la relève, **Benjamin, François, Arthur** et **Christophe**, bientôt votre tour !

Aux orthopédistes en herbe et nos bons moments passés ensemble : **Julien, Florent, Aurore, F-X, Lucie, Alexis**...

A **Cyrille, Nataly, Ismaël, Walid, Cecilia, Lucas, Emilie** sans oublier ce sacré **Philippe** (un grand merci pour le coup de main !)

Et à mes collègues parisiens : **Aude, Antoine, Bill, Mansour, Manu, Marie-Ca** et **Samir**.

SERMENT MÉDICAL

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations	Page 8
Introduction	Page 9
Matériels et Méthodes	Page 27
Résultats	Page 38
Discussion	Page 47
Conclusion	Page 52
Références	Page 53
Résumé/Abstract	Page 62

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AM : Antéro-Médial

CHU : Centre hospitalier universitaire

DI : Droit interne

DIDT : Droit interne-Demi tendineux

DT : Demi-tendineux (semi-tendineux)

HAS : Haute Autorité de Santé

IKDC : International Knee Documentation Committee Subjective Knee

IMC : Indice de masse corporelle

IRM : Imagerie par résonance magnétique

KJ : Kenneth Jones

LCA : Ligament croisé antérieur

LCP : Ligament croisé postérieur

LLI : Ligament latéral interne

LLE : Ligament latéral externe

MARS : Multicenter ACL Revision Study

PAPE : Point d'angle postéro-externe

PL : Postéro-Latéral

SAMBBA : Single-Anteromedial Bundle Biological Augmentation

STROBE : Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology

INTRODUCTION

La chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) est une intervention fréquente (plus de 40 000 par an en France (1)), avec de bons voire très bons résultats dans près de 80% des cas. (2) Son objectif est une reconstruction anatomique du LCA, tant au niveau de ses insertions osseuses que de son corps. (3)

Cette chirurgie se réalise sous arthroscopie et les auteurs s'accordent sur l'utilisation d'une autogreffe comme gold standard. Différents transplants peuvent être utilisés : tendon patellaire (technique de Kenneth Jones (KJ)), ischiojambiers, tendon quadricipital, fascia lata... Ils doivent répondre à un cahier des charges strict en termes de diamètre (4), d'anatomie et de longueur intra-articulaire et dans les tunnels osseux (5,6).

Les deux transplants les plus utilisés sont le KJ et les ischiojambiers. (7) Les résultats de ces deux transplants sont comparables à moyen et long terme (8) mais l'utilisation des ischiojambiers occasionne moins de douleurs antérieures que le KJ. (9)

L'utilisation des ischiojambiers peut en revanche entraîner un déficit de force en flexion, qui pourrait être plus important lors du prélèvement de deux tendons (semi-tendineux et droit interne). (10,11)

Le choix de prélever un ou deux tendons est conditionné par le cahier des charges précédemment évoqué, le prélèvement du droit interne étant nécessaire si le semi-tendineux ne permet pas d'obtenir seul un transplant de longueur et taille adéquate.

L'objectif de notre étude était de déterminer s'il existe une différence de force en flexion à moyen terme chez les patients ayant bénéficié d'une ligamentoplastie du LCA aux ischiojambiers, selon que le prélèvement ait concerné le semi-tendineux seul, ou le semi-tendineux et le droit interne.

Anatomie

Le ligament croisé antérieur est une bande de tissu conjonctif dense allant du condyle fémoral latéral au plateau tibial et dont le rôle principal est d'empêcher la translation antérieure du tibia par rapport au fémur. Il constitue avec le ligament croisé postérieur (LCP) le pivot central du genou.

Le LCA occupe la plus grande partie de l'échancrure intercondylienne et est entièrement recouvert de membrane synoviale. Il mesure en moyenne 32 mm de longueur et 7 à 12 mm de largeur. (12,13) Sa portion intermédiaire est la zone la plus fine, puis il s'élargit distalement. Le LCA n'est donc pas une structure cylindrique, sa forme et la surface de ses coupes de section variant selon le niveau de coupe et le degré de flexion du genou. (14) Les insertions fémorales et tibiales du LCA sont environ 3,5 fois plus grandes que la portion intermédiaire du LCA (15) qui mesure environ 36 mm² chez les femmes et 49 mm² chez les hommes. (16) Girgis et al. (17) ont décrit les deux faisceaux composant le LCA : le faisceau antéromédial (AM), et le faisceau postérolatéral (PL). Ces faisceaux ne sont pas isométriques : lors de la flexion du genou, le faisceau AM s'allonge et se met en tension, alors que le faisceau PL se raccourcit et se détend. Ces deux faisceaux ont donc été décrits d'un point de vue biomécanique, mais leur distinction anatomique est moins évidente. En effet, une étude histologique d'Odensten et al. (18) n'a pas permis de mettre en évidence de faisceaux distincts, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de membrane synoviale ou de septum séparant ces deux faisceaux. Il s'agit plutôt d'une continuité de fibres qui travaillent différemment. Ces constatations anatomiques ont été renforcées par les travaux de Smigielski et al. (19) et Noailles et al. (20) qui décrivent une anatomie à un seul et unique faisceau étendu tel un ruban entre des insertions osseuses d'orientation différente (figure 1).

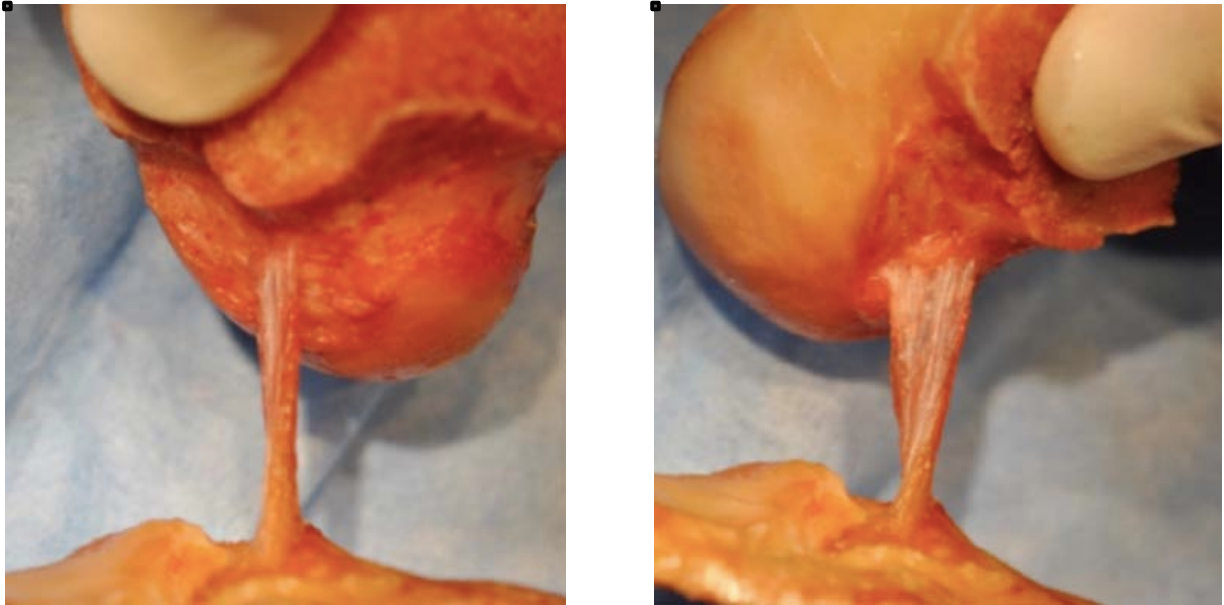
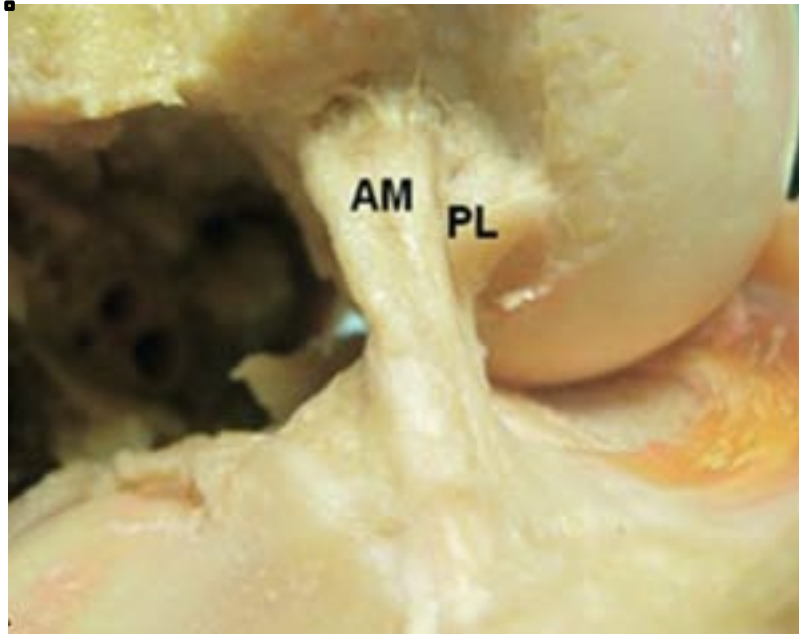


Figure 1 : Aspect du LCA en ruban (Noailles et al.)

L'insertion fémorale du LCA se situe sur la partie postérieure du versant médial du condyle fémoral latéral. (21) Si l'échancrure est représentée par une horloge lorsque le genou est à 90° de flexion, l'insertion du LCA se situe entre 9 heures 30 et 11 heures pour un genou droit, et entre 13 heures et 14 heures 30 pour un genou gauche. L'insertion fémorale des fibres du LCA est classiquement décrite de forme ovale (22) et est postérieure au sillon intercondylien latéral, repère également connu sous le nom de « *resident's ridge* ». (23,24)

Sur le versant tibial, le LCA s'insère sur le versant antérolatéral de l'épine tibiale médiale, ses fibres s'insérant à la fois sous le ligament transverse interméniscal et sur la corne antérieure du ménisque latéral. (17,21)

Le faisceau « antéromédial » s'insère sur la partie la plus antérieure et médiale de l'insertion tibiale du LCA, et le faisceau « postérolatéral » sur la partie la plus postérieure et latérale de l'insertion tibiale du LCA. (figure 2)



*Figure 2 : Visualisation des implantations fémorale et tibiale du LCA après dissection
(d'après Ferretti et al.)*

Vascularisation

La vascularisation du LCA provient de branches de l'artère géniculée moyenne qui se ramifient sous la gaine synoviale enveloppant le LCA. Quelques branches infrapatellaires des artères géniculées inférieures médiales et latérales irriguent la portion distale du LCA. (25) Ces différentes branches se rejoignent pour former un réseau vasculaire péri et intraligamentaire. La vascularisation du LCA n'est pas homogène : la partie proximale est la plus vascularisée et il existe une zone avasculaire, 5 à 10 mm proximale à son insertion tibiale qui correspond à la zone d'*impingement* physiologique. (26) De plus, les zones fibrocartilagineuses du LCA (zones d'insertion du LCA sur le tibia et sur le fémur) ne sont pas vascularisées, et il n'y a pas de branche vasculaire traversant l'os sous-chondral pour vasculariser le LCA.

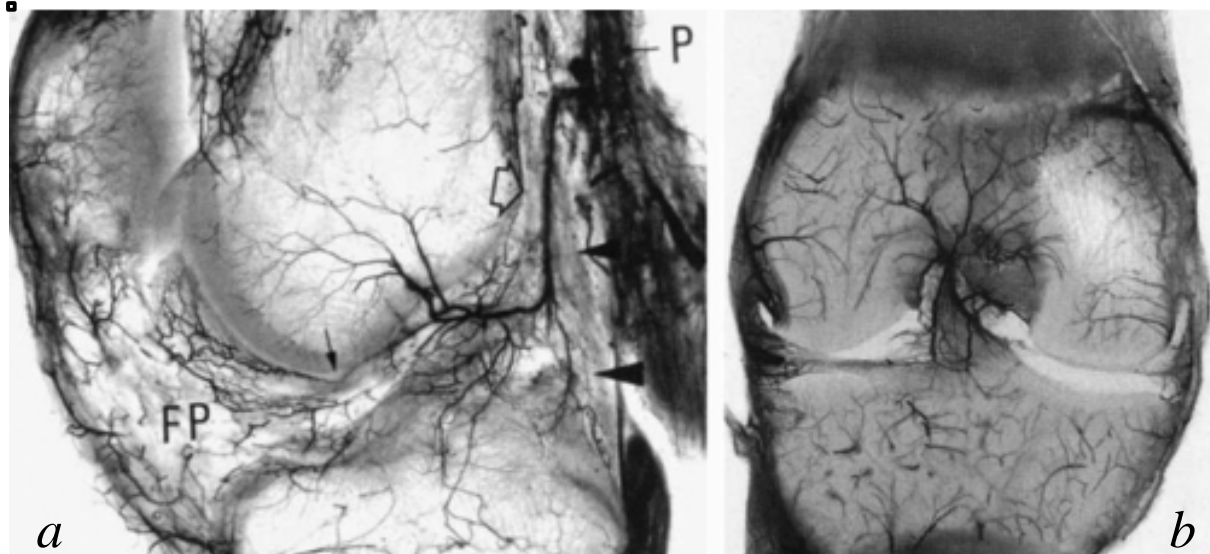


Figure 3 : a) Section sagittale montrant l'artère géniculée médiale (flèche) provenant de l'artère poplitée (P) / b) Vascularisation du toit de l'échancrure en coupe coronale (d'après Scapinelli R., 1997)

Biomécanique

Le LCA joue un rôle crucial dans la stabilité sagittale et rotatoire du genou. Il est le frein primaire à la translation antérieure du tibia par rapport au fémur. (27) Lors d'une rupture chronique du LCA, la translation antérieure du tibia par rapport au fémur est quatre fois plus importante que dans un genou normal. (28)

Le LCA est également un frein secondaire à la rotation médiale du tibia par rapport au fémur, surtout quand le genou est proche de l'extension complète, et ce principalement grâce au faisceau PL. En effet, une étude de Zantop et al. a montré une augmentation significative de l'instabilité rotatoire du genou lorsque le faisceau PL du LCA est sectionné. (29) Le LCA fonctionne aussi comme un frein secondaire mineur à la rotation latérale du tibia par rapport

au fémur, ainsi qu'au mouvement de valgus ou varus, surtout lors de la position debout. (30,31)

Woo et al. ont étudié la résistance à la traction du complexe fémur-LCA-tibia et ont mis en évidence que le point de rupture était de 2160 N et que la rigidité était de 242 N/mm pour les patients âgés de 22 à 35 ans. Cependant, ces valeurs diminuent de manière significative avec l'âge : 658 N et 180 N/mm respectivement pour des patients âgés de 60 à 97 ans. (32)

Epidémiologie

La pathologie du ligament croisé antérieur et son traitement sont des enjeux de santé publique du fait de sa fréquence ainsi que de l'âge jeune et du caractère sportif des patients. (33)(34)

Il s'agit de l'intervention chirurgicale du genou la plus fréquente, avec un pic d'incidence entre 20 et 25 ans, et dont la fréquence augmente avec l'intensité de la pratique sportive. (35–37)

Aux Etats-Unis, l'incidence des ruptures du LCA est de 80000 à 100000 par an (opérés ou non), avec une fréquence de 0,5 à 1 pour 1000 habitants par an. (38,39). La Haute Autorité de Santé (HAS) dénombrait en France 35000 ligamentoplasties de LCA en 2006 et 42219 en 2013 selon l'agence technique de l'information sur l'hospitalisation. (1)

Un traumatisme dont la cinétique dépasse les capacités de résistance et d'étirement du LCA peut causer la rupture de celui-ci. En effet, le LCA supporte jusqu'à 85% des contraintes de tiroir antérieur appliquées sur le tibia. (29,30) Les formations capsuloligamentaires et les ménisques ont un rôle secondaire.

Il existe ainsi 4 mécanismes classiquement décrits pouvant causer une rupture du LCA:

- Valgus-flexion-rotation latérale (pouvant associer des lésions du ligament collatéral médial et du ménisque médial)
- Varus-flexion-rotation médiale (pouvant associer des lésions du ligament collatéral latéral, du point d'angle postéro-latéral et du ménisque latéral)
- Rotation latérale pied fixé
- Hyperextension non appuyée

A ces traumatismes s'associent des facteurs de risque, intrinsèques et extrinsèques. Les facteurs intrinsèques sont le sexe, des facteurs anatomiques (morphotype des genoux en valgus/rotation médiale, hyperlaxité antéropostérieure, échancrure inter-condylienne étroite, pente tibiale exagérée...), ainsi que des facteurs biomécaniques et neuromusculaires (atrophie musculaire, maladie neuro-dégénérative...). Les facteurs extrinsèques sont liés au type d'activité sportive pratiquée (type de sport, niveau de compétition, préparation physique, type de surface...). (40)

Diagnostic

Le diagnostic de rupture du ligament croisé antérieur repose sur une concordance radio-clinique.

La première étape est l'interrogatoire, recherchant le mécanisme lésionnel du traumatisme, les suites post-traumatiques et les notions d'instabilité et de dérochement.

L'examen clinique recherche une laxité sagittale avec un arrêt mou retardé au test de Lachman (mouvement de translation tibiale antérieure à 30° de flexion). Dans certains cas, on peut également retrouver un arrêt dur et retardé, pouvant évoquer une rupture partielle ou une

cicatrisation en nourrice du LCA sur le LCP. L'examen clinique doit également rechercher des lésions associées, méniscales notamment, et une instabilité rotatoire grâce au test du ressaut (Pivot Shift test), recherché lors du passage de l'extension à la flexion, genou en valgus et rotation médiale (figure 4).



Figure 4 : Recherche du signe du ressaut (Pivot Shift test, L'arthroscopie)

Le diagnostic sera confirmé par une IRM, examen d'imagerie de référence qui précise le type et la localisation de la rupture. L'IRM permet également de faire le bilan des lésions associées, méniscales ou cartilagineuses, car une rupture du LCA rentre dans le cadre d'un traumatisme global du genou. Ainsi, la littérature retrouve 5 à 9% de lésions cartilagineuses (41) chez les patients présentant une rupture de LCA. L'incidence est plus élevée pour les lésions méniscales : sur 362 patients étudiés au CHU de Lyon, 113 présentaient une lésion du ménisque médial, 54 du ménisque latéral et 34 des deux ménisques, soit 201 patients au total (55%). (42) Certaines études retrouvent même jusqu'à 80% de lésions méniscales associées. (43)

Qui et quand opérer ?

Le LCA présente une vascularisation précaire, peu résistante au traumatisme, ce qui explique sa capacité de cicatrisation limitée. Cette cicatrisation insuffisante associée aux atteintes microscopiques de la structure du ligament définit l'incompétence fonctionnelle du LCA traumatisé. (44)

L'objectif de la reconstruction du LCA est de restaurer la fonction du genou, lutter contre l'instabilité antérieure (45) ainsi que la survenue de lésions méniscales, à moyen et long terme. L'efficacité de la chirurgie sur l'évolution arthrosique reste débattue. (46,47)

Les indications opératoires ont été précisées par l'HAS en 2008 (figure 5).

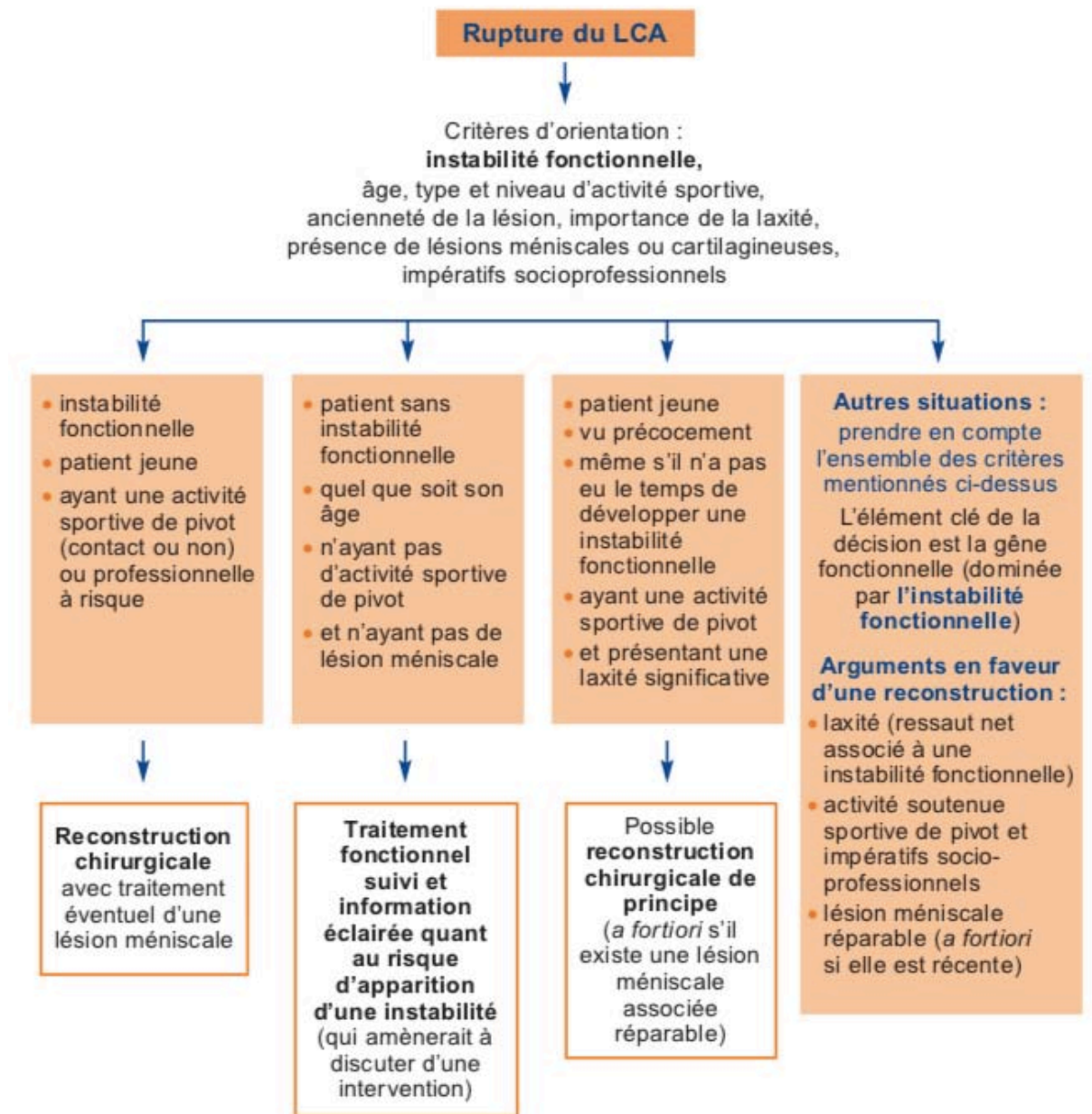


Figure 5 : Recommandations de l'HAS concernant les indications des ligamentoplasties du

LCA

Les principaux éléments qui orientent le traitement sont l'instabilité fonctionnelle, l'âge, le type et le niveau d'activité sportive, l'ancienneté de la lésion, l'importance de la laxité, la présence de lésions méniscales ou cartilagineuses ainsi que les impératifs socioprofessionnels.

Historique de la chirurgie du LCA

En 1845, Amédée Bonnet (Lyon, France) décrit trois signes fondamentaux qui caractérisent la rupture aiguë du LCA : « *Le craquement, l'hémarthrose et l'impotence fonctionnelle, signent en dehors d'une fracture, une atteinte ligamentaire du genou* ». (48)

En 1875, Georges K. Noulis (Grèce) décrit dans sa thèse intitulée "Entorse Du Genou" le rôle du LCA et son évaluation clinique.(49)

En 1879, Paul F. Segond (Paris, France) précise la sémiologie du LCA en décrivant une fracture par arrachement du bord antéro-latéral du plateau tibial (figure 6) qui porte aujourd'hui son nom et qui est pathognomonique d'une rupture du LCA.(50,51)

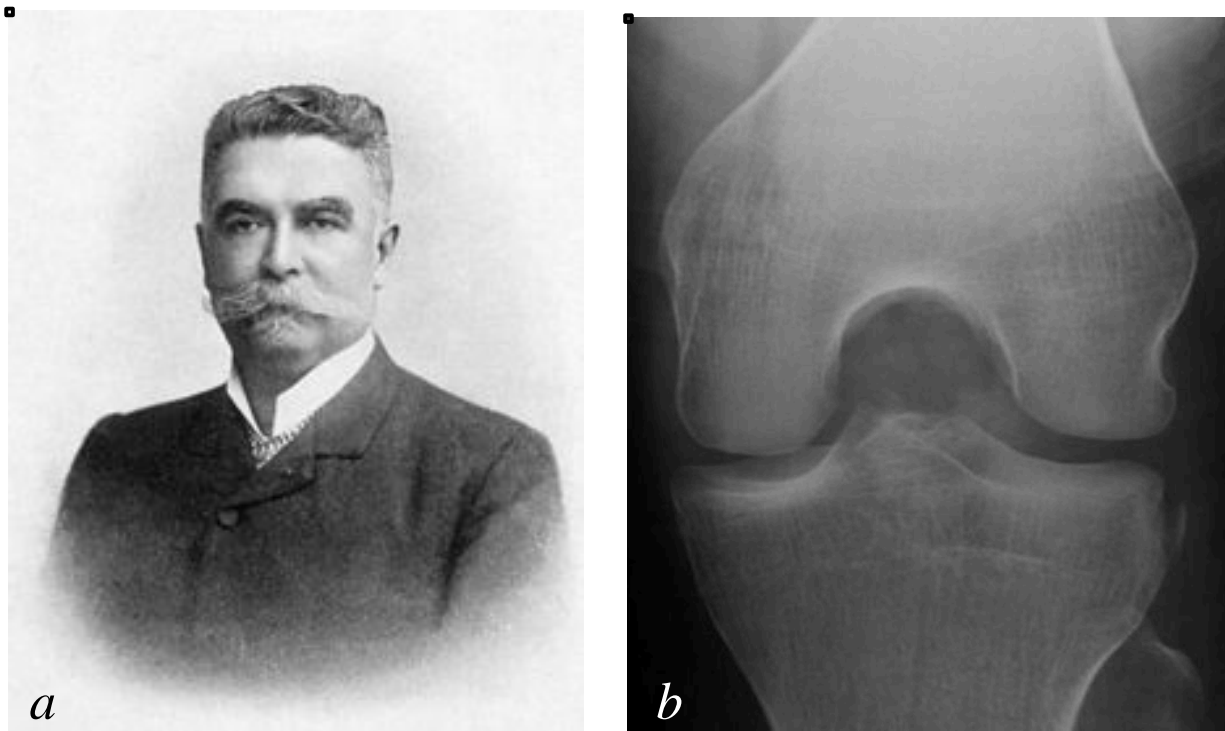


Figure 6 : a) Paul Ferdinand Segond (1851 - 1912) / b) Fracture de Segond

Mais la première réparation de LCA a lieu en 1895, par A.W. Mayo Robson (Leeds, Angleterre) qui réalise une suture simple des ligaments croisés sur instabilité chronique. (52)

Une reconstruction par greffe est réalisée en 1903 par F. Lange (Munich, Allemagne) en utilisant des fils de soie tressés associés au semi-tendineux. (53)

En 1917, Ernest W. Hey Groves (Bristol, Angleterre) réalise une reconstruction utilisant le fascia-lata comme transplant, laissé pédiculé sur le tibia. (54) Fort de son expérience, il complète la description de la pathologie ligamentaire, mettant en évidence la subluxation tibiale antérieure en appui monopodal et flexion, parfois suivie d'un ressaut. (55)

En 1935, Willis C. Campbell (Memphis, USA) utilise un greffon pédiculé au tibia composé du tiers interne du tendon patellaire en continuité avec le surtout fibreux pré-rotulien et une partie du tendon quadricipital. (56)

En 1939, Harry. B. Macey (Rochester, USA) décrit une technique utilisant le semi-tendineux laissé pédiculé au tibia puis passé dans un tunnel tibial et fémoral et enfin suturé au périoste. (57)

En 1963 : Kenneth G. Jones (Little Rock, USA) reprend l'idée d'un transplant utilisant le tiers moyen du tendon patellaire avec un fragment osseux patellaire mais avec un tendon laissé pédiculé sur le tibia, et donc sans tunnel tibial. La brièveté de ce transplant oblige Jones à réaliser un tunnel fémoral au niveau de la marge antérieure de l'échancrure inter-condylienne. (58)

Kurt Franke (Berlin, Allemagne) est le premier en 1969 à utiliser un transplant libre à partir d'un quart de tendon patellaire avec deux baguettes osseuses patellaire et tibiale.(59)

En 1968, Donald B. Slocum et Robert L. Larson (Eugene, USA) définissent la notion d'instabilité rotatoire, soulignant l'influence de la rotation latérale tibiale dans le tiroir

antérieur à 90° de flexion en cas de lésion capsulo-ligamentaire médiale. (60)

D.L. Macintosh (Toronto, Canada) approfondit les travaux sur le ressaut, décrit sous le nom de « Pivot Shift », et ressenti lors de la flexion progressive du genou associé une rotation médiale et un valgus forcé. (61)

En 1976, « le test de Lachman » est décrit par John Lachman (Philadelphie, Etats-Unis) (62), test s'inspirant de ceux décrits par Ritchey en 1960 (63), Trillat en 1948 et surtout Noulis en 1875. (figure 7)

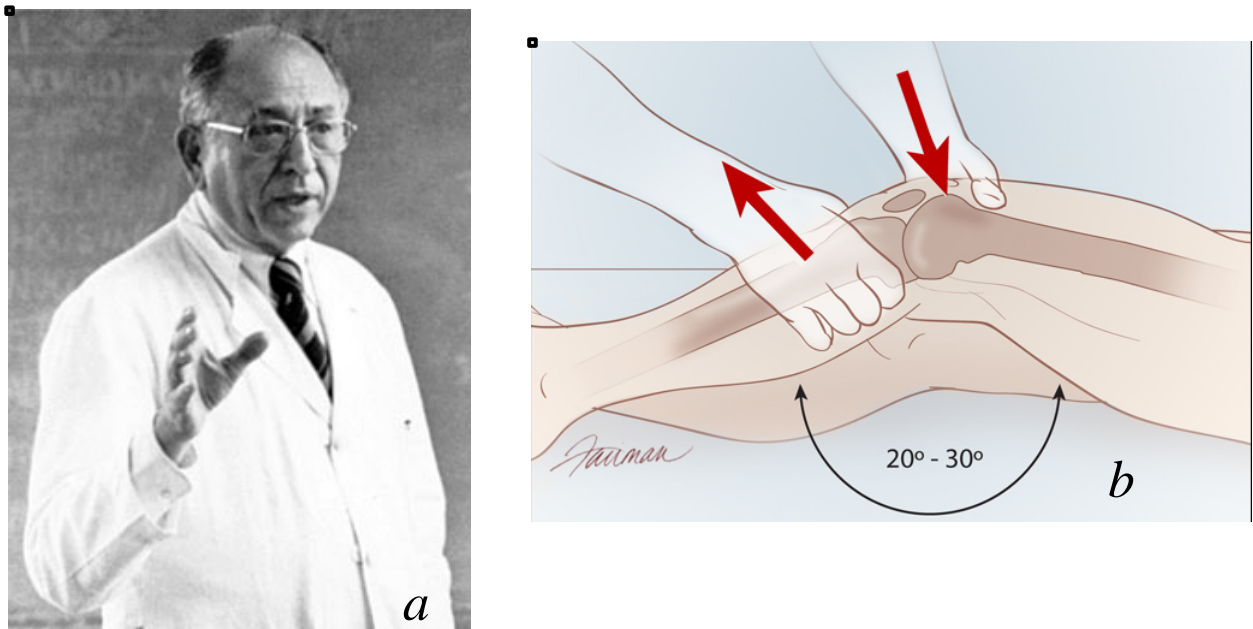


Figure 7 : a) John Lachman / b) Test de Lachman

Macintosh met au point en 1972 une technique utilisant le fascia-lata laissé pédiculé sur le tibia et passé sous le LLE avant de réaliser une plastie intra-articulaire. (64)

Lemaire (France) publie en 1975 des techniques de ligamentoplastie uniquement extra-articulaire, notamment une ténodèse antéro-latérale au fascia lata. (65)

La fin des années 70 et le début des années 80 sont marqués par le développement des prothèses ligamentaires. En 1975, un modèle expérimental de prothèse en Dacron est testé, complétés par la suite de renforts en carbone. (66) Mais à moyen terme, les résultats cliniques retrouvent un taux élevé de synovites et de re-ruptures. (67)

A la fin des années 1980, le Kenneth Jones et son transplante libre os-1/3 moyen du tendon patellaire-os est majoritairement utilisé. En parallèle, certains chirurgiens, peu convaincus par le K.J. et certaines de ses complications (difficultés au passage des plots osseux, raideurs, troubles au niveau de l'appareil extenseur, fracture patellaire...), privilégient l'utilisation des ischiojambiers comme greffon, tel que A.B. Lipscomb (Nashville USA) en 1982 (68) qui utilise le semi-tendineux et le droit interne pédiculés sur le tibia.

Il s'agit aujourd'hui des deux autogreffes les plus utilisées. Le KJ, présente l'avantage d'associer 2 plots osseux au tendon patellaire, pouvant permettre une meilleure ostéointégration du transplante. Certaines études retrouvent également de meilleurs résultats biomécaniques en termes de stabilité à long terme. (69) Mais il entraîne plus de douleurs antérieures post opératoires (jusqu'à 45% des patients) pouvant retarder la rééducation, et persister à long terme.(9) Enfin, l'un des risques inhérent à cette technique est la fracture, aussi bien au niveau de la patella que de la tubérosité tibiale.

Le DIDT présente l'avantage d'occasionner moins de douleurs post opératoires, d'être plus modulable en diamètre et en longueur mais a pour désavantage une diminution de force musculaire en flexion. (70–74) Il est également rapporté un nombre important de lésions nerveuses de la branche infrapatellaire du nerf saphène chez 40 à 88% des patients. (9)

A long terme, il n'existe pas de différence en termes de résultat fonctionnel entre ces deux techniques, ce qui explique l'absence de consensus et l'importance actuelle de ces deux

pratiques. (75,76)

D'autres autogreffes sont utilisées de manière moins fréquente, notamment le fascia lata (77) et le tendon quadricipital (78) .

Problématique

Le transplant utilisé doit pouvoir se soumettre au processus de ligamentisation, être d'épaisseur adéquate (suffisamment épais pour éviter une rupture itérative sans être trop encombrant afin d'éviter des conflits intra articulaires), tout en réalisant le prélèvement le moins iatrogène possible.

Ces considérations répondent au schéma pyramidal de Woo et al. (79) décrivant les facteurs à prendre en considération afin d'optimiser la reconstruction ligamentaire (figure 8) :

- Le choix du transplant
- Le positionnement des tunnels
- La tension de la greffe
- Le mode de fixation
- L'intégration dans les tunnels
- La ligamentisation



Figure 8 : Pyramide de Woo (2004)

Il a été décrit qu'un diamètre de greffon inférieur à 8 mm était un facteur pronostique de reprise chirurgicale, du fait d'un risque accru de rupture itérative. Ainsi, une étude du registre national suédois portant sur 2240 patients retrouvait un risque de reprise chirurgicale diminuant de 0,86 tous les 0,5 mm pour un greffon entre 7 et 10 mm. De même, Mariscalco et al. ont retrouvé chez 263 patients des taux de reprise à 2 ans de 7% en cas de greffon de moins de 8mm alors qu'il n'y avait pas de reprise dans leur série en cas de greffon plus gros. Ce risque de rupture itérative est d'autant plus grand que le patient est jeune. (4,80)

La plupart des études conseillent un diamètre compris entre 8 et 10 mm, les résultats étant similaires dans cet intervalle. En revanche, l'utilisation d'un greffon de taille supérieure ne permet pas d'obtenir de meilleurs résultats cliniques et peut être à l'origine d'un encombrement articulaire (conflit avec l'échancrure). (81)

Il faudra ensuite en moyenne 2 ans pour obtenir une ligamentisation complète du transplant, le processus se divisant en 3 phases (82–84) :

- Une phase de cicatrisation et de colonisation cellulaire durant en moyenne 2 mois
- Une phase de remodelage collagénique, de 2 mois à 1 an, associée à une activité fibroblastique et de néovascularisation importante
- Une phase de maturation des fibres collagéniques, de 1 à 2-3 ans

La ligamentoplastie aux ischiojambiers se fait en prélevant les tendons de la patte d'oie, du semi-tendineux, plus ou moins du droit interne selon les auteurs, les tendons pouvant ou non être laissés pédiculés sur leur insertion tibiale.

D'après Pujol et al. sur une étude cadavérique, les dimensions d'un greffon aux ischiojambiers DIDT 4 brins entraîne un « oversizing » moyen de 20%. (85)

La littérature décrit une récupération progressive de force en termes de flexion de genou, ainsi que des phénomènes de régénération des tendons des ischiojambiers après prélèvement.

Ainsi, les différentes études publiées retrouvent des taux de régénération tendineuse allant de 70 à 86% pour les ischiojambiers. (86–88)

Dans une revue de la littérature portant sur 400 patients, Papalia et al. retrouvent ainsi un taux global de 86% de régénération au plus long terme, confirmé dans 74% des cas histologiquement après biopsie (caractéristiques comparables au tendon natif). (89)

Suijkerbuijk et al. retrouvent des taux de régénération à un an de 79% pour le semi-tendineux et de 72% pour le droit interne. (90)

En revanche, peu d'études analysent de manière objective la différence en termes de récupération fonctionnelle, qu'il s'agisse de force musculaire ou de mobilité articulaire, selon

le nombre de tendons de la patte d'oie prélevés.

Le but de notre étude était d'analyser les différences de force en flexion (mesure isocinétique) à moyen terme (5mois) chez les patients ayant bénéficié d'une ligamentoplastie du LCA aux ischiojambiers (semi-tendineux et droit interne) avec prélèvement d'un ou deux tendons.

MATERIEL ET METHODES

Une étude monocentrique, mono-opérateur, a été menée au sein du service de chirurgie orthopédique et traumatologique du CHU de Nantes, de façon rétrospective.

Tous les patients opérés d'une ligamentoplastie du LCA aux ischiojambiers entre août 2016 et décembre 2017 étaient inclus. Etaient exclus les patients opérés d'une rupture itérative, ou les patients avec un autre geste ligamentaire associé (plastie extra-articulaire, LCP, plans latéraux).

Pour l'ensemble des cas étudiés, la procédure chirurgicale et le protocole post opératoire étaient identiques. L'ensemble des cas ont été opérés par un chirurgien sénior, directeur de ce travail de thèse.

L'intervention était réalisée sous anesthésie générale, patient installé en décubitus dorsal. Une barre à genou permettant une position en flexion de 90° et un contre appui latéral étaient positionnés. Un garrot pneumatique était mis en place à la racine du membre. (figure 9)



Figure 9 : Installation du patient

Le prélèvement tendineux était réalisé via une incision oblique en haut et en dedans, d'environ 3 cm en regard de l'insertion tibiale des tendons de la patte d'oie. (figure 10) Le semi-tendineux était prélevé au moyen d'un stripper ouvert après section des vinculas. Les tendons étaient laissés pédiculés. (figure 11)

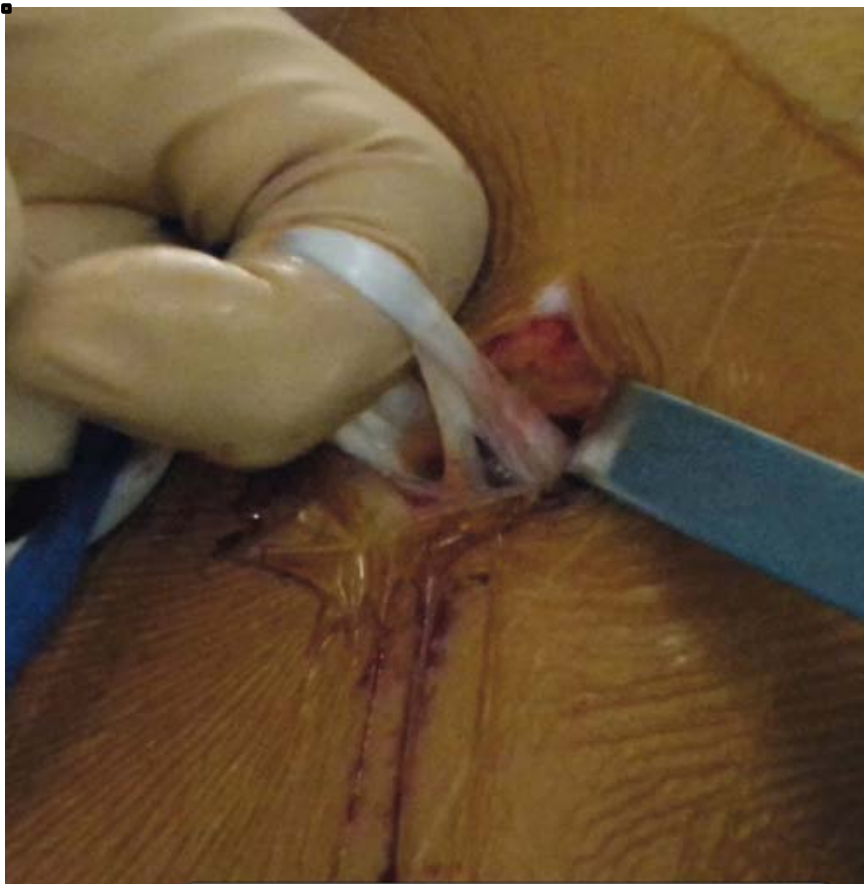


Figure 10 : Exposition des tendons du semi-tendineux et du droit interne



Figure 11 : Tendon du semi-tendineux après prélèvement à l'aide du stripper ouvert

Une mesure de diamètre du tendon du DT préparé en 3 brins était alors réalisée, avec un minimum de 8mm comme objectif. En cas de diamètre inférieur à 8, le droit interne était prélevé afin d'obtenir un transplant de 4 brins.

Les voies d'abord étaient ensuite réalisées : une antéro-latérale et une antéro-médiale, pour permettre le bilan des lésions méniscales et cartilagineuses.

La face médiale du condyle latérale était exposée pour permettre un positionnement anatomique du tunnel fémoral par une visée de dehors en dedans (technique out-in). Un tunnel borgne rétrograde de longueur 20 à 25 mm était réalisé à l'aide d'un Flipcutter® (Arthrex, Naples, Etats-Unis).

Un tunnel tibial complet au diamètre de la greffe était réalisé par la voie d'abord de prélèvement. La technique SAMBBA (Single-Anteromedial Bundle Biological Augmentation) permettant de conserver le maximum de reliquat de LCA natif était utilisée. (91,92)



Figure 12: Viseurs permettant le positionnement des tunnels a) fémoraux) et b) tibiaux

La longueur de la greffe intra articulaire et dans les tunnels était calculée afin d'obtenir une greffe de tension satisfaisante et en laissant les tendons pédiculés.

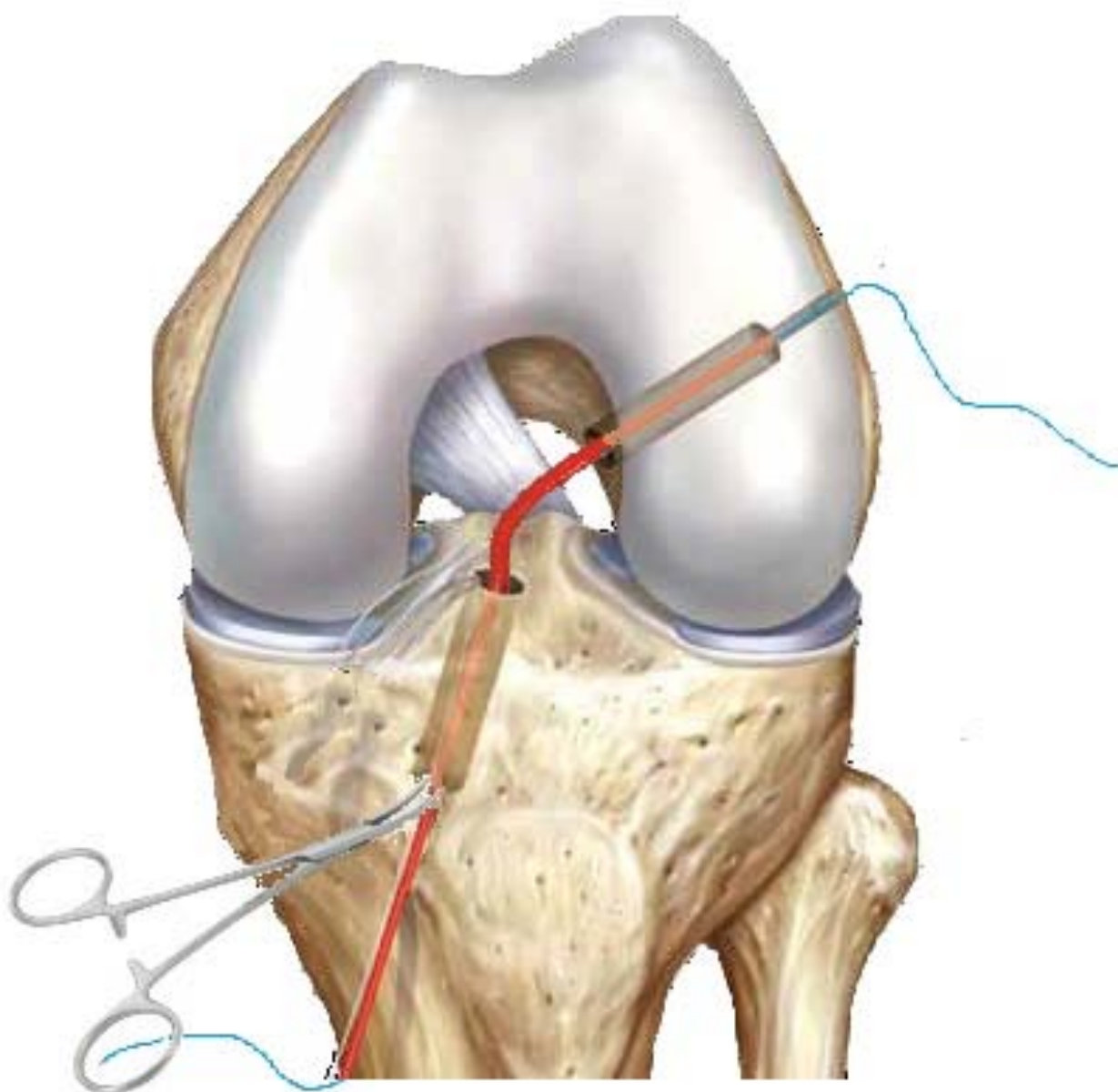


Figure 13 : Mesure de la longueur du transplant au moyen d'un TigerStick®

(Arthrex, Naples, Etats-Unis)

La préparation du transplant en 3 ou 4 brins était réalisée par points séparés au Vicryl™ 0 (Ethicon, Sommerville, Etats Unis) avec un endobouton fémoral TightRope® (Arthrex, Naples, Etats-Unis). (figure 14)



Figure 14 : Transplant de semi-tendineux préparé en 3 brins, pédiculé au versant tibial, avec un endobouton TightRope® sur son extrémité fémorale

Après avoir appliqué l'endobouton, la fixation définitive était réalisée genou à 30° de flexion. par une vis d'interférence tibiale Biosure® (Arthrex, Naples, Etats-Unis), de longueur 23 mm et de même diamètre que la greffe.

Une infiltration locale du site de prélèvement des ischiojambiers était réalisée avant fermeture par 40 ml de Ropivacaïne 0,5%.

Une attelle Game Ready® (Coolsystems Inc, Concord, Canada) était positionnée en post opératoire immédiat jusqu'au départ de la salle de réveil. (93)



Figure 15 : Illustration d'une attelle Game Ready®

L'appui complet était autorisé d'emblée, sous couvert d'une paire de béquilles pour une durée de 3 semaines.

Nous n'utilisons pas d'attelle d'immobilisation et la rééducation était débutée le plus précocement possible.

En post opératoire, une consultation de contrôle était effectuée à 1 et 5 mois pour examen clinique. Un test isocinétique était réalisé à 5 mois, permettant d'évaluer le déficit de force en flexion.

Ce test était réalisé au centre de Médecine Physique et de Réadaptation du centre hospitalier et universitaire (CHU) de Nantes (Hôpital Saint-Jacques), à l'aide d'un système d'isocinétisme type Cybex® (Computer Sport Medecine Inc., Stoughton, Etats-Unis) (figure 16) permettant, grâce à une résistance auto-adaptée à la force développée par le patient et à vitesse constante, une mesure objective du couple de flexion-extension du genou.

La dynamométrie isocinétique a pour avantages (94–96):

- Sécurité par l'adaptation de la résistance à la force du patient, du fait d'un travail dans l'axe et par la présence de butées articulaires.
- Précision des mesures par correction de la gravité (mesure du poids du membre inférieur)
- Fiabilité et reproductibilité par étalonnage de l'appareil



Figure 16 : Cybex® (Service de médecine physique et de réadaptation, CHU Nantes)

La force en flexion était toujours évaluée dans un premier temps du côté sain puis du côté opéré.

Les résultats du test isocinétique étaient évalués à vitesse lente ($60^{\circ}/s$) en flexion-extension du genou, plus discriminant pour l'évaluation de la force maximale qu'à vitesse rapide.

Le pourcentage de déficit (ou d'asymétrie), comparant ainsi côté opéré à côté sain, était calculé de la façon suivante :

$$\text{Déficit} = 1 - (\text{Résultat côté opéré} / \text{Résultat côté sain})$$

Etaient aussi colligés dans notre recueil de données :

- le déficit de force en extension à 5 mois, mesurée par dynamométrie isocinétique
- les mobilités articulaires à 1 et 5 mois
- ainsi que les complications et reprises chirurgicales au dernier recul

Les mobilités articulaires étaient analysées sur deux critères : flessum et déficit de flexion.

Le flessum était analysé en 4 catégories :

- Absence de flessum
- Flessum inférieur à 10° (faible)
- Flessum compris entre 10 et 20° (modéré)
- Flessum supérieur ou égal à 20° (important)

Puis en comparant les patients ayant un flessum supérieur ou égal à 10° selon les groupes.

Le déficit de flexion était analysé en 3 catégories :

- Absence de déficit : flexion supérieure ou égale à 120°
- Déficit modéré : flexion comprise entre 90 et 120°
- Déficit majeur : flexion inférieure ou égal à 90°

Enfin, nous avons analysé les données morphologiques des patients de nos deux groupes, afin de voir s'il existait des facteurs prédictifs du diamètre de greffon.

Analyse statistique

Cette étude a été réalisée en adéquation avec les recommandations du STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

Les variables étaient rapportées en moyennes, écart-types, pourcentages, médianes et écarts interquartiles, selon les cas. Les comparaisons entre groupes étaient réalisées en utilisant le test du χ^2 ou le test de Fischer pour les variables catégorielles, et le test t de Student ou le test de Mann-Whitney pour les variables continues.

Tous les tests étaient bilatéraux et une valeur p inférieure à 0,05 était considérée comme statistiquement significative. Toutes les données étaient analysées en utilisant le logiciel R, version 3.3.1 (R-Project, the R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche)

RESULTATS

Quatre-vingt patients ont été inclus dans cette étude. Il s'agissait de 50 hommes et 30 femmes (62% / 38%). L'âge moyen au moment de l'intervention était de 28 ans (15 - 55 ans).

Les données épidémiologiques sont résumées dans la table I.

Quarante-quatre patients ont eu un prélèvement isolé du semi-tendineux (groupe DT), et 36 ont eu un prélèvement de droit interne associé (groupe DIDT).

Quarante-trois patients (54%) présentaient des lésions méniscales associées, traitées dans le même temps opératoire : 56% de ces lésions concernaient le ménisque médial, 33% le ménisque latéral et 11% les deux ménisques.

Le diamètre de greffon préparé était en moyenne de 8,95 dans le groupe DT et 8,83 dans le groupe DIDT.

Table 1: Comparaison des patients

	Total N=80	DT N=44	DIDT N=36	P value
Données démographiques				
Age	26.0 [20.0;35.0]	25.5 [19.0;35.0]	26.5 [20.0;35.0]	0.561
Hommes	50 (62.5%)	29 (65.9%)	21 (58.3%)	0.642
Femmes	30 (37.5%)	15 (34.1%)	15 (41.7%)	
Taille (cm)	174 (9.22)	175 (9.1)	172 (9.33)	0.247
Poids (kg)	70.5 (14)	69.9 (12.1)	71.2 (16.1)	0.682
Lésions méniscales associées				
				0.061
0	37 (46.2%)	25 (56.8%)	12 (33.3%)	
Ménisque médial	24 (30.0%)	10 (22.7%)	14 (38.9%)	
Ménisque latéral	14 (17.5%)	5 (11.4%)	9 (25.0%)	
2 ménisques	5 (6.25%)	4 (9.09%)	1 (2.78%)	
Diamètre du greffon				
8	16 (20.0%)	6 (13.6%)	10 (27.8%)	0.262
9	56 (70.0%)	34 (77.3%)	22 (61.1%)	
10	8 (10.0%)	4 (9.09%)	4 (11.1%)	
Centre de rééducation				
Oui	19 (23.8%)	13 (29.5%)	6 (16.7%)	0,279
Non	61 (76.2%)	31 (70.5%)	30 (83.3%)	
Recul (mois)				
Moyen	14	15	14	
Minimum	8	8	8	
Maximum	24	22	24	

A 5 mois post opératoire, 58 patients sur 80 ont réalisé le test isocinétique, soit 72,5% de la population. Ce taux était de 79,5% dans le groupe DT (35 patients sur 44) et de 63,9% dans le groupe DIDT (23 sur 36).

Le déficit de force en flexion par rapport au côté non opéré était en moyenne de 15,2% dans notre population (la médiane étant de 14,9%) avec une valeur minimale de -10,2% (force supérieure du côté opéré) et une valeur maximale de 65,8% (écart-type de 16%).

Dans le groupe DT, il était de 16,2% avec une médiane de 16,8% et des valeurs allant de -10,2 à 65,8% (écart-type de 16%).

Dans le groupe DIDT, il était de 13,8%, la médiane de 9,3% et les valeurs extrêmes de -9,8 et 40,7% (écart-type de 17%)

Nous ne retrouvons pas de différence significative en termes de force en flexion entre nos deux groupes (p=0,592).

Table 2: Déficit de force en flexion à 5 mois

	Total	DT	DIDT	P value
Déficit en flexion	0.15 (0.16)	0.16 (0.16)	0.14 (0.17)	0.592

58

Le déficit de force en extension à 5 mois dans notre population était en moyenne de 34,9% (médiane de 35,2%) avec des valeurs allant de 0 à 72,3% (écart-type de 17%)

On retrouvait un déficit de 37,4% dans le groupe DT contre 31,1 dans le groupe DIDT (médianes de 35,5 contre 33,5%).

Les valeurs minimales et maximales étaient de 2,5% et 72,3% dans le groupe DT (écart-type de 19%) et de 0 et 59,7% dans le groupe DIDT (écart-type de 14%).

Il n'existait pas de différence significative selon le nombre de tendons prélevés en termes de force en extension dans notre étude ($p=0,162$).

Table 3: Déficit de force en extension à 5 mois

	Total	DT	DIDT	P value
Déficit en extension	0.35 (0.18)	0.37 (0.19)	0.31 (0.14)	0.162

58

Les mobilités articulaires à 1 mois ont été mesurées chez 76 patients sur 80, soit 95% de notre population et les mobilités à 5 mois chez 47 patients (59%).

L'évaluation du flessum à 1 mois est résumée dans la table 4

Table 4: Flessum à 1 mois

	Total	DT	DIDT	P value
Flessum à 1 mois				0.746
NON	33 (43.4%)	19 (46.3%)	14 (40.0%)	76
OUI	43 (56.6%)	22 (53.7%)	21 (60.0%)	
Flessum = 0	33 (43.4%)	19 (46.3%)	14 (40.0%)	0.376
Flessum faible	24 (31.6%)	15 (36.6%)	9 (25.7%)	
Flessum modéré	13 (17.1%)	5 (12.2%)	8 (22.9%)	
Flessum important	6 (7.89%)	2 (4.88%)	4 (11.4%)	

Vingt-cinq pourcents de la population possédait un flessum supérieur ou égal à 10°, soit 17% du groupe DT contre 34% du groupe DIDT. Notre étude retrouvait plus de flessum chez les patients ayant subi le prélèvement de deux tendons, mais cette différence n'était pas significative (p=0,144).

Table 5: Flessum >10° à 1 mois

	Total	DT	DIDT	P value
Flessum à 1 mois				0.144
Flessum < 10°	57 (75.0%)	34 (82.9%)	23 (65.7%)	76
Flessum ≥ 10°	19 (25.0%)	7 (17.1%)	12 (34.3%)	

A 5 mois, 13 patients présentaient un flessum résiduel, soit 28% des patients analysés. 6 de ces patients appartenaient au groupe DT (24% du groupe) et 7 au groupe DIDT (32%).

Parmi ces 13 patients, 4 présentaient un flessum modéré (évalué à 10° pour ces 4 patients), soit 8,5% des patients évalués, dont 3 appartenant au groupe DIDT (13,6%) et un au groupe DT (4%), sans différence significative ($p=0,328$). Aucun patient n'avait de flessum supérieur à 10°.

Nous avons également comparé la flexion post opératoire chez nos patients. A 1 mois, 33% des patients présentaient un déficit de flexion modéré et 6,6% présentaient un déficit majeur. Le taux de déficit modéré était de 29% dans le groupe DT contre 37% dans le groupe DIDT. On retrouvait 5% de déficit majeur dans le groupe DT contre 8,5% dans le groupe DIDT.

Table 6 : Flexion à 1 mois

	Total	DT	DIDT	P value
Flexion à 1 mois :				0,609
Absence de déficit	46 (60,5%)	27 (65,9%)	19 (54,3%)	76
Déficit modéré	25 (32,9%)	12 (29,3%)	13 (37,1%)	
Déficit majeur	5 (6,6%)	2 (4,9%)	(8,57%)	

A 5 mois, on ne retrouvait plus de patient présentant de déficit majeur, soit une flexion inférieure ou égale à 90°.

Seuls 2 patients présentaient toujours un déficit modéré, soit 4,3% de l'effectif, et les deux appartenaient au groupe DT (8% du groupe).

Table 7 : Flexion à 5 mois

	Total	DT	DIDT	P value
Flexion à 5 mois				0,491
Absence de déficit	45 (95,7%)	23 (92%)	22 (100%)	
Déficit modéré	2 (4,3%)	2 (8%)	0	

Dans notre étude, 5 patients ont nécessité une reprise chirurgicale, dont 4 appartenant au groupe DIDT (soit 11% de l'effectif). Il s'agissait d'une arthrolyse arthroscopique avec résection de cyclope pour 3 d'entre eux et d'une suture de ménisque médial pour le quatrième. Le patient du groupe DT avait été opéré d'une lésion méniscale médiale itérative, avivée et suturée à nouveau.

On retrouve ainsi une différence, non significative, en termes de reprise chirurgicale, en défaveur du groupe DIDT.

Table 8 : Reprises chirurgicales

	Total	DT	DIDT	P value
Oui	5 (6,2%)	1 (2,3%)	4 (11,1%)	0.169
Non	75 (93,8%)	43 (97,7%)	32 (88,9%)	

Parmi les complications non chirurgicales (hors syndrome du cyclope et lésion méniscale), les principales furent les douleurs antérieures retrouvées à l'interrogatoire et à l'examen clinique chez 5 patients (6,2%), 3 dans le groupe DT (6,8%) et 2 dans le groupe DIDT (5,6%).

Nous avons comparé les données démographiques et morphologiques de nos patients, afin de déterminer s'il existait des facteurs permettant de prédire si le prélèvement seul du semi-tendineux permettait d'obtenir un transplant de calibre adéquat ou non. Ces données sont résumées dans la table 10.

Table 10 : Facteurs prédictifs de taille de greffon

	Total N=80	DT N=44	DIDT N=36	P
Données				
Age	26.0 [20.0;35.0]	25.5 [19.0;35.0]	26.5 [20.0;35.0]	0.561
Hommes	50 (62.5%)	29 (65.9%)	21 (58.3%)	0.642
Femmes	30 (37.5%)	15 (34.1%)	15 (41.7%)	
Taille	174 (9.22)	175 (9.1)	172 (9.33)	0.247
Min	147	153	147	
Max	195	195	187	
Poids	70.5 (14)	69.9 (12.1)	71.2 (16.1)	0.682
Min	38	50	38	
Max	110	105	110	
IMC	22.8 [20.9;25.4]	22.7 [20.1;24.8]	23.1 [21.2;25.5]	0.305
Min	13.8	18.1	13.8	
Max	38.5	28.4	38.5	

Notre étude ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes en termes de taille, de poids ou d'IMC, ne permettant donc pas de considérer ces trois facteurs comme prédictifs de la taille de greffon prélevé.

DISCUSSION

Le prélèvement de deux tendons d'ischiojambiers lors d'une ligamentoplastie du LCA n'entraîne pas un déficit de force en flexion plus important que lors du prélèvement d'un seul tendon.

Il n'y a pas non plus de différence significative de force en extension, de mobilité articulaire post opératoire, ainsi que de complications ou de reprises chirurgicales.

Il s'agit d'une étude originale avec un nombre de sujets important et une répartition homogène entre nos deux groupes. Les interventions étaient réalisées par un seul opérateur et les analyses par un observateur indépendant.

Mais il s'agit d'une étude rétrospective avec un nombre important de perdus de vue (27% pour le test isocinétique) et un faible recul.

On retrouve peu d'études dans la littérature visant à étudier les résultats des ligamentoplasties aux ischiojambiers selon le nombre de tendons prélevés, avec des conclusions discordantes.

Kyung et al. concluaient en 2015 après avoir analysé 144 ligamentoplasties, dont 85 au semi-tendineux et 59 au DIDT, que le prélèvement du droit interne était associé à une augmentation significative du déficit de force en flexion ($p=0,047$) à 32 mois de recul. Les autres résultats cliniques (Lysholm, Tegner, IKDC, Lachman, pivot-shift) ne présentaient pas de différence significative dans cette étude. (97)

En 2011, Yosmaoglu et al. retrouvaient, à 1 an de recul de 46 ligamentoplasties (23 DT vs 23 DIDT), une différence significative ($p=0,002$) en force de flexion isocinétique à 60°/s. (98)

Dans une revue de la littérature portant sur 20 études, Sharma et al. concluaient également à une différence de force en flexion, isocinétique et isométrique, mais sans concordance clinique. (99)

D'autres études concluent, au même titre que la nôtre, à l'absence de différence. Ainsi, Ardern et al. ne retrouvaient de différence dans aucun résultat de flexion isocinétiques ou isométriques, mesurés sur 50 genoux à distance (32 mois en moyenne) d'une reconstruction du LCA, dont 20 DT et 30 DIDT. (95) Barenius et al. ne retrouvaient pas non plus de différence de force dans leur étude de 2013 comparant 10 DT et 10 DIDT à 36 mois de recul. (96)

En ce qui concerne la force en extension, nous avons retrouvé un déficit plus important, de manière non significative, dans le groupe DT : 37% contre 31% dans le groupe DIDT ($p=0,162$). Ce déficit pourrait être dû à la conservation du tendon du droit interne, pouvant limiter l'extension par son action antagoniste, comparativement aux patients chez qui les deux tendons ont été prélevés.

L'analyse des mobilités articulaires ne retrouvait pas de différence significative à 1 et 5 mois. Le risque de raideur n'est donc pas majoré avec le nombre de tendons prélevés ; mais nous avons mis en évidence un taux de flessum $\geq 10^\circ$ à 1 mois de près de 35% dans le groupe DIDT contre 17% dans le groupe DT ($p=0,144$). Ce taux de flessum augmenté est à mettre en parallèle avec le taux de reprises chirurgicales. Celui-ci était augmenté dans le groupe DIDT (11% contre 2%, $p=0,169$). Nous avons eu 4 reprises dans le groupe DIDT, dont 3 pour résection de cyclope, nodule fibreux en regard du bord latéral du tunnel tibial, vecteur de conflit dans l'échancrure et donc de flessum, comme décrit par Jackson en 1990. (100) Nous

n'avons pas eu de reprise dans le groupe DT pour syndrome du cyclope (une seule reprise, pour lésion méniscale itérative).

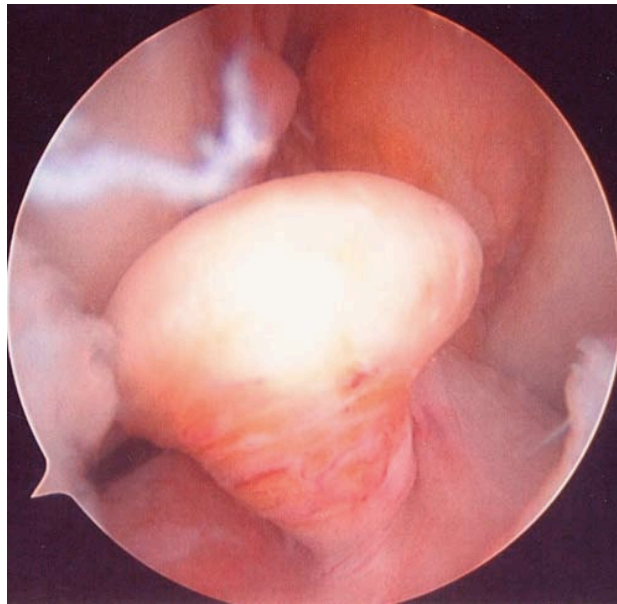


Figure 17 : Syndrome du cyclope

Nous avons analysé les données morphologiques de nos patients, recherchant si une plus grande taille, un poids plus important ou encore le sexe masculin pouvaient permettre d'obtenir un greffon de diamètre suffisant (supérieur à 8mm) en ne prélevant que le tendon du semi-tendineux. Nous n'avons pas retrouvé de différence significative pour ces trois critères, ainsi que pour l'indice de masse corporelle, entre les patients chez qui le prélèvement du semi-tendineux seul fut suffisant et ceux chez qui nous avons été contraints d'associer le tendon du droit interne. D'autres facteurs tels que le type de sport pratiqué et le niveau de compétition pourraient également être intéressants à analyser.

Il existe plusieurs études à ce sujet, mais elles portent en général uniquement sur des greffons de DIDT en 4 brins. Dans cette configuration, plusieurs études définissent des éléments tels que la taille, le poids, l'âge, ou encore la longueur des membres inférieurs comme des facteurs prédictifs significatifs du diamètre de greffon obtenu. (101–106)

Plusieurs études mettent également en évidence que l'IRM peut être un outil fiable pour déterminer en pré opératoire la longueur et le diamètre des tendons, cet examen étant pratiqué de manière systématique à visée diagnostique dans le cadre des ruptures du LCA, permettant ainsi une meilleure planification préopératoire et d'anticiper la présence de tendons de taille non adéquate. (107–110)

Le calibre du greffon est un facteur primordial pouvant être à l'origine d'une re-rupture. Dans la littérature, on retrouve ainsi un taux moyen de 6% de rupture itérative à 10 ans. (111)

Les facteurs de risque de rupture itérative sont décrits dans de nombreuses études. Une étude menée par le MARS Group (Multicenter ACL Revision Study) en 2010 retrouvait 32% de causes traumatiques, 24% d'erreurs techniques, 7% de causes biologiques et 37% de causes mixtes. (112)

Pour Trojani et al, le principal facteur de risque est la malposition des tunnels, notamment fémoral (jusqu'à 36% des échecs). (113) Les autres facteurs retrouvés sont le diamètre insuffisant, la présence d'une laxité résiduelle, le défaut de fixation, les infections et les facteurs intrinsèques et extrinsèques développés précédemment pour les ruptures primaires. (114)

Comme classiquement admis dans la littérature, nous respectons un diamètre de greffon compris entre 8 et 10mm et laissons nos tendons pédiculés, afin de conserver la vascularisation distale de nos tendons et ainsi faciliter le processus de ligamentisation.

Nous pouvons noter que nous n'avons aucune rupture itérative au dernier recul (suivi maximal de 2 ans), mais il serait intéressant de poursuivre cette étude avec un plus long recul afin de déterminer si nos choix en termes de technique sont accompagnés de bons résultats, comparativement à la littérature.

Malgré tout, le prélèvement seul du semi-tendineux en première intention n'est pas toujours réalisable du fait d'une difficulté d'exposition, anatomique (obésité, anatomie de la patte d'oie) ou post-traumatique, notamment à la suite d'une entorse du ligament latéral interne, (hématome et fibrose du site de prélèvement).

Les résultats de notre étude présentent un intérêt en cas de geste ligamentaire associé à notre ligamentoplastie articulaire. Ainsi, il est recommandé d'associer au geste intra-articulaire, une plastie extra-articulaire antérolatérale dans de nombreux cas. Elle préviendrait en effet les ruptures itératives et les sensations d'instabilité persistantes, notamment rotatoire, et est indiquée selon les auteurs chez les patients jeunes, sportifs, présentant un ressaut rotatoire, en cas de fracture de Segond ou encore en cas de rupture itérative. (115,116)

Notre étude retrouvant des résultats similaires avec ou sans prélèvement de droit interne, il est donc évident que le droit interne est un prélèvement de choix pour réaliser une plastie latérale, si le diamètre du semi-tendineux le permet. Ainsi, dans notre pratique, quand nous souhaitons réaliser une plastie antérolatérale, nous préparons un greffon continu en conservant le semi-tendineux pédiculé et détachant le droit interne, nous permettant ainsi d'avoir un greffon de 3 brins de DT et un brin de DI pour le LCA, poursuivi par le reste de droit interne permettant la plastie extra-articulaire.

CONCLUSION

Nous pouvons donc conclure que le prélèvement du droit interne, en plus du semi-tendineux, n'a pas de conséquence en termes de force de flexion post-opératoire. Il n'y a pas non plus de différence significative en termes de force en extension.

Nous retrouvons en revanche un taux de flossum à un mois ainsi que de reprise chirurgicale augmenté en cas de prélèvement des deux tendons, mais de façon non significative.

Le prélèvement d'un ou deux tendons peut donc se faire au cas par cas, selon les nécessités chirurgicales (diamètre de transplant, ligamentoplastie associée) sans morbidité surajoutée par le prélèvement supplémentaire du droit interne.

Bibliographie

1. Recommandations professionnelles - Prise en charge thérapeutique des lésions méniscales et des lésions isolées du ligament croisé antérieur du genou chez l'adulte, HAS 2008.
2. 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.
3. Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* sept 2010;18(9):1151-3.
4. Mariscalco MW, Flanigan DC, Mitchell J, Pedroza AD, Jones MH, Andrish JT, et al. The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Cohort Study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* déc 2013;29(12):1948-53.
5. Zantop T, Ferretti M, Bell KM, Brucker PU, Gilbertson L, Fu FH. Effect of tunnel-graft length on the biomechanics of anterior cruciate ligament-reconstructed knees: intra-articular study in a goat model. *Am J Sports Med.* nov 2008;36(11):2158-66.
6. Yamazaki S, Yasuda K, Tomita F, Minami A, Tohyama H. The effect of intraosseous graft length on tendon-bone healing in anterior cruciate ligament reconstruction using flexor tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* nov 2006;14(11):1086-93.
7. Magnussen RA, Trojani C, Granan L-P, Neyret P, Colombet P, Engebretsen L, et al. Patient demographics and surgical characteristics in ACL revision: a comparison of French, Norwegian, and North American cohorts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* août 2015;23(8):2339-48.
8. Mohtadi N, Chan D, Barber R, Oddone Paolucci E. A Randomized Clinical Trial Comparing Patellar Tendon, Hamstring Tendon, and Double-Bundle ACL Reconstructions: Patient-Reported and Clinical Outcomes at a Minimal 2-Year Follow-up. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* juill 2015;25(4):321-31.
9. Hardy A, Casabianca L, Andrieu K, Baverel L, Noailles T, Junior French Arthroscopy Society. Complications following harvesting of patellar tendon or hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction: Systematic review of literature. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* déc 2017;103(8S):S245-8.
10. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Hamstring strength recovery after hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between graft types. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* avr 2010;26(4):462-9.
11. Barenius B, Webster WK, McClelland J, Feller J. Hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction: does gracilis tendon harvest matter? *Int Orthop.* févr 2013;37(2):207-12.
12. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br.* mars 1991;73(2):260-7.
13. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop.* janv 2007;454:35-47.
14. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrety J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* mars 2006;14(3):204-13.

15. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* oct 1999;15(7):741-9.
16. Anderson AF, Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennert GW. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *Am J Sports Med.* févr 2001;29(1):58-66.
17. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop.* févr 1975;(106):216-31.
18. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* févr 1985;67(2):257-62.
19. Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Ciszewska-Łysoń B, Siebold R. Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of the anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* nov 2015;23(11):3143-50.
20. Noailles T, Boisrenoult P, Sanchez M, Beaufils P, Pujol N. Torsional Appearance of the Anterior Cruciate Ligament Explaining « Ribbon » and Double-Bundle Concepts: A Cadaver-based Study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* sept 2017;33(9):1703-9.
21. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop.* févr 1983;(172):19-25.
22. Sasaki N, Ishibashi Y, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Mizukami H, et al. The femoral insertion of the anterior cruciate ligament: discrepancy between macroscopic and histological observations. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* août 2012;28(8):1135-46.
23. Hutchinson MR, Ash SA. Resident's ridge: assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* nov 2003;19(9):931-5.
24. Tsukada S, Fujishiro H, Watanabe K, Nimura A, Mochizuki T, Mahakkanukrauh P, et al. Anatomic variations of the lateral intercondylar ridge: relationship to the anterior margin of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* mai 2014;42(5):1110-7.
25. Scapinelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat N Y N.* 1997;10(3):151-62.
26. Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol (Berl).* sept 1999;200(3):325-34.
27. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* mars 1980;62(2):259-70.
28. Beynon BD, Fleming BC, Labovitch R, Parsons B. Chronic anterior cruciate ligament deficiency is associated with increased anterior translation of the tibia during the transition from non-weightbearing to weightbearing. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* mars 2002;20(2):332-7.
29. Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med.* févr 2007;35(2):223-7.
30. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Peura GD, Renstrom PA, Nichols CE, et al. The effect of functional knee bracing on the anterior cruciate ligament in the weightbearing and nonweightbearing knee. *Am J Sports Med.* juin 1997;25(3):353-9.
31. Matsumoto H, Suda Y, Otani T, Niki Y, Seedhom BB, Fujikawa K. Roles of the

- anterior cruciate ligament and the medial collateral ligament in preventing valgus instability. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc.* 2001;6(1):28-32.
32. Woo SL, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM, Takai S. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med.* juin 1991;19(3):217-25.
33. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* déc 2007;23(12):1320-1325.e6.
34. Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML, Hirshman P. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surg* 1991;4(1):3-8.
35. DeHaven KE, Lintner DM. Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. *Am J Sports Med.* juin 1986;14(3):218-24.
36. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *J Athl Train.* déc 2013;48(6):810-7.
37. Roos H, Ornell M, Gärdsell P, Lohmander LS, Lindstrand A. Soccer after anterior cruciate ligament injury--an incompatible combination? A national survey of incidence and risk factors and a 7-year follow-up of 310 players. *Acta Orthop Scand.* avr 1995;66(2):107-12.
38. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* juin 2000;8(3):141-50.
39. Huston LJ, Greenfield ML, Wojtys EM. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors. *Clin Orthop.* mars 2000;(372):50-63.
40. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg.* janv 2013;21(1):41-50.
41. Widuchowski W, Widuchowski J, Koczy B, Szyluk K. Untreated asymptomatic deep cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injury: results at 10- and 15-year follow-up. *Am J Sports Med.* avr 2009;37(4):688-92.
42. Mansori AE, Lording T, Schneider A, Dumas R, Servien E, Lustig S. Incidence and patterns of meniscal tears accompanying the anterior cruciate ligament injury: possible local and generalized risk factors. *Int Orthop.* 26 mai 2018;
43. Hagino T, Ochiai S, Senga S, Yamashita T, Wako M, Ando T, et al. Meniscal tears associated with anterior cruciate ligament injury. *Arch Orthop Trauma Surg.* déc 2015;135(12):1701-6.
44. DeFranco MJ, Bach BR. A comprehensive review of partial anterior cruciate ligament tears. *J Bone Joint Surg Am.* janv 2009;91(1):198-208.
45. 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.* oct 2013;41(10):2439-48.
46. Tourville TW, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Naud S, Beynon BD. Assessment of early tibiofemoral joint space width changes after anterior cruciate ligament injury and reconstruction: a matched case-control study. *Am J Sports Med.* avr 2013;41(4):769-78.
47. Barenius B, Ponzer S, Shalabi A, Bujak R, Norlén L, Eriksson K. Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* mai 2014;42(5):1049-57.
48. Fischer LP. [Amédée Bonnet was one of the main surgeons (Chirurgien-major) in Lyon's Hôtel-Dieu Hospital]. *Hist Sci Medicales.* 1996;30(4):449-58.

49. Noulis GC. Sprains of the knee. 1875. Clin Orthop. août 1997;(341):5-6.
50. Kerr HD. Second fracture, hemarthrosis, and anterior cruciate ligament disruption. J Emerg Med. févr 1990;8(1):29-33.
51. Cavaignac E, Ancelin D, Chiron P, Tricoire J-L, Wytrykowski K, Faruch M, et al. Historical perspective on the « discovery » of the anterolateral ligament of the knee. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. avr 2017;25(4):991-6.
52. Robson AWM. VI. Ruptured Crucial Ligaments and their Repair by Operation. Ann Surg. mai 1903;37(5):716-8.
53. Eberhardt C, Jäger A, Schwetlick G, Rauschmann MA. [History of surgery of the anterior cruciate ligament]. Orthopade. août 2002;31(8):702-9.
54. The classic. Operation for repair of the crucial ligaments Ernest W. Hey Groves, MD., F.R.C.S. Clin Orthop. avr 1980;(147):4-6.
55. Hey Groves EW. The cruciate ligaments of the knee joint: Their function, rupture and the operative treatment of the same.
56. Campbell WC. Reconstruction of the ligaments of the knee. Am J Surg. 1 févr 1939;43(2):473-80.
57. Macey BH. A new operative procedure for repair of ruptured cruciate ligaments of the knee joint. Surg Gynecol Obstet. 1939;(69):108-109.
58. Jones KG. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament. A follow-up report. J Bone Joint Surg Am. oct 1970;52(7):1302-8.
59. Franke K. Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. Orthop Clin North Am. janv 1976;7(1):191-3.
60. Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee: its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. 1968. Clin Orthop. janv 2007;454:5-13; discussion 3-4.
61. Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. Clin Orthop. avr 1980;(147):45-50.
62. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. Am J Sports Med. avr 1976;4(2):84-93.
63. Ritchey SJ. Ligamentous disruption of the knee. A review with analysis of 28 cases. U S Armed Forces Med J. févr 1960;11:167-76.
64. Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, Reider B. The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. Clin Orthop. sept 1979;(143):97-106.
65. Lemaire M. [Chronic knee instability. Technics and results of ligament plasty in sports injuries]. J Chir (Paris). oct 1975;110(4):281-94.
66. Rubin RM, Marshall JL, Wang J. Prevention of knee instability. Experimental model for prosthetic anterior cruciate ligament. Clin Orthop. déc 1975;(113):212-36.
67. Dandy DJ, Flanagan JP, Steenmeyer V. Arthroscopy and the management of the ruptured anterior cruciate ligament. Clin Orthop. juill 1982;(167):43-9.
68. Lipscomb AB, Johnston RK, Snyder RB, Warburton MJ, Gilbert PP. Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendons to reconstruct the anterior cruciate ligament. Am J Sports Med. déc 1982;10(6):340-2.
69. Schuette HB, Kraeutler MJ, Houck DA, McCarty EC. Bone-Patellar Tendon-Bone Versus Hamstring Tendon Autografts for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. Orthop J Sports Med. nov 2017;5(11):2325967117736484.
70. Nakamura N, Horibe S, Sasaki S, Kitaguchi T, Tagami M, Mitsuoka T, et al. Evaluation of active knee flexion and hamstring strength after anterior cruciate ligament

- reconstruction using hamstring tendons. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* août 2002;18(6):598-602.
71. Irie K, Tomatsu T. Atrophy of semitendinosus and gracilis and flexor mechanism function after hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedics.* mai 2002;25(5):491-5.
 72. Nomura Y, Kuramochi R, Fukubayashi T. Evaluation of hamstring muscle strength and morphology after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J Med Sci Sports.* juin 2015;25(3):301-7.
 73. Tadokoro K, Matsui N, Yagi M, Kuroda R, Kurosaka M, Yoshiya S. Evaluation of hamstring strength and tendon regrowth after harvesting for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* nov 2004;32(7):1644-50.
 74. Keays SL, Bullock-Saxton J, Keays AC, Newcombe P. Muscle strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis. *The Knee.* oct 2001;8(3):229-34.
 75. Poehling-Monaghan KL, Salem H, Ross KE, Secrist E, Ciccotti MC, Tjoumakaris F, et al. Long-Term Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Patellar Tendon Versus Hamstring Autografts. *Orthop J Sports Med.* juin 2017;5(6):2325967117709735.
 76. Chee MYK, Chen Y, Pearce CJ, Murphy DP, Krishna L, Hui JHP, et al. Outcome of Patellar Tendon Versus 4-Strand Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Randomized Trials. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* févr 2017;33(2):450-63.
 77. Khiami F, Wajsfisz A, Meyer A, Rolland E, Catonné Y, Soriali E. Anterior cruciate ligament reconstruction with fascia lata using a minimally invasive arthroscopic harvesting technique. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* févr 2013;99(1):99-105.
 78. Mulford JS, Hutchinson SE, Hang JR. Outcomes for primary anterior cruciate reconstruction with the quadriceps autograft: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* août 2013;21(8):1882-8.
 79. Woo SL-Y, Wu C, Dede O, Vercillo F, Noorani S. Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg.* 25 sept 2006;1:2.
 80. Magnussen RA, Lawrence JTR, West RL, Toth AP, Taylor DC, Garrett WE. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* avr 2012;28(4):526-31.
 81. Marchand JB, Ruiz N, Couptry A, Bowen M, Robert H. Do graft diameter or patient age influence the results of ACL reconstruction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* sept 2016;24(9):2998-3004.
 82. Janssen RPA, Scheffler SU. Intra-articular remodelling of hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* sept 2014;22(9):2102-8.
 83. Pauzenberger L, Syré S, Schurz M. « Ligamentization » in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature and a glimpse into the future. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* oct 2013;29(10):1712-21.
 84. Sánchez M, Anitua E, Azofra J, Prado R, Muruzabal F, Andia I. Ligamentization of tendon grafts treated with an endogenous preparation rich in growth factors: gross morphology and histology. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* avr 2010;26(4):470-80.

85. Pujol N, Queinnec S, Boisrenoult P, Maqdes A, Beaufils P. Anatomy of the anterior cruciate ligament related to hamstring tendon grafts. A cadaveric study. *The Knee*. déc 2013;20(6):511-4.
86. Dziedzic D, Ciszek B. Regeneration of the semitendinosus tendon after its harvesting for anterior cruciate ligament reconstruction. *Ortop Traumatol Rehabil*. août 2014;16(4):365-70.
87. Janssen RPA, van der Velden MJF, Pasmans HLM, Sala HAGM. Regeneration of hamstring tendons after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. avr 2013;21(4):898-905.
88. Nikolaou VS, Efsthopoulos N, Wredmark T. Hamstring tendons regeneration after ACL reconstruction: an overview. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. févr 2007;15(2):153-60.
89. Papalia R, Franceschi F, D'Adamio S, Diaz Balzani L, Maffulli N, Denaro V. Hamstring Tendon Regeneration After Harvest for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. juin 2015;31(6):1169-83.
90. Suijkerbuijk MAM, Reijman M, Lodewijks SJM, Punt J, Meuffels DE. Hamstring Tendon Regeneration After Harvesting: A Systematic Review. *Am J Sports Med*. oct 2015;43(10):2591-8.
91. Sonnery-Cottet B, Freychet B, Murphy CG, Pupim BHB, Thaunat M. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Preservation: The Single-Anteromedial Bundle Biological Augmentation (SAMBBA) Technique. *Arthrosc Tech*. déc 2014;3(6):e689-693.
92. Ouanezar H, Blakeney WG, Fernandes LR, Borade A, Latrobe C, Temponi EF, et al. Clinical Outcomes of Single Anteromedial Bundle Biologic Augmentation Technique for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Consideration of Tibial Remnant Size. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. mars 2018;34(3):714-22.
93. Murgier J, Cassard X. Cryotherapy with dynamic intermittent compression for analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction. Preliminary study. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. mai 2014;100(3):309-12.
94. Li RC, Wu Y, Maffulli N, Chan KM, Chan JL. Eccentric and concentric isokinetic knee flexion and extension: a reliability study using the Cybex 6000 dynamometer. *Br J Sports Med*. juin 1996;30(2):156-60.
95. Cvjetkovic DD, Bijeljic S, Palija S, Talic G, Radulovic TN, Kosanovic MG, et al. Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction. *Med Arch Sarajevo Bosnia Herzeg*. févr 2015;69(1):21-3.
96. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med*. janv 1994;15 Suppl 1:S11-18.
97. Kyung H-S, Lee H-J, Oh C-W, Hong H-P. Comparison of results after anterior cruciate ligament reconstruction using a four-strand single semitendinosus or a semitendinosus and gracilis tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. nov 2015;23(11):3238-43.
98. Yosmaoglu HB, Baltaci G, Ozer H, Atay A. Effects of additional gracilis tendon harvest on muscle torque, motor coordination, and knee laxity in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. août 2011;19(8):1287-92.
99. Sharma A, Flanigan DC, Randall K, Magnussen RA. Does Gracilis Preservation Matter in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Systematic Review. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. juin 2016;32(6):1165-73.

100. Jackson DW, Schaefer RK. Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* 1990;6(3):171-8.
101. Atbaşı Z, Erçin E, Erdem Y, Emre TY, Atilla HA, Parlak A. Correlation between body mass index and quadrupled hamstring tendon autograft size in ACL reconstruction. *Joints.* déc 2016;4(4):198-201.
102. Treme G, Diduch DR, Billante MJ, Miller MD, Hart JM. Hamstring graft size prediction: a prospective clinical evaluation. *Am J Sports Med.* nov 2008;36(11):2204-9.
103. Thomas S, Bhattacharya R, Saltikov JB, Kramer DJ. Influence of anthropometric features on graft diameter in ACL reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg.* févr 2013;133(2):215-8.
104. Mardani-Kivi M, Karimi-Mobarakeh M, Mirbolook A, Keyhani S, Saheb-Ekhtiari K, Hashemi-Motlagh K, et al. Predicting the Hamstring Tendon Diameter Using Anthropometric Parameters. *Arch Bone Jt Surg.* oct 2016;4(4):314-7.
105. Asif N, Ranjan R, Ahmed S, Sabir AB, Jilani LZ, Qureshi OA. Prediction of quadruple hamstring graft diameter for anterior cruciate ligament reconstruction by anthropometric measurements. *Indian J Orthop.* févr 2016;50(1):49-54.
106. Ho SWL, Tan TJL, Lee KT. Role of anthropometric data in the prediction of 4-stranded hamstring graft size in anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Belg.* mars 2016;82(1):72-7.
107. Zakko P, van Eck CF, Guenther D, Irrgang JJ, Fu FH. Can we predict the size of frequently used autografts in ACL reconstruction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* déc 2017;25(12):3704-10.
108. Camarda L, Grassedonio E, Albano D, Galia M, Midiri M, D'Arienzo M. MRI evaluation to predict tendon size for knee ligament reconstruction. *Muscles Ligaments Tendons J.* sept 2017;7(3):478-84.
109. Agarwal S, de Sa D, Peterson DC, Parmar D, Simunovic N, Ogilvie R, et al. Can Preoperative Magnetic Resonance Imaging Predict Intraoperative Autograft Size for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Systematic Review. *J Knee Surg.* 6 juill 2018;
110. Leiter J, Elkurbo M, McRae S, Chiu J, Froese W, MacDonald P. Using pre-operative MRI to predict intraoperative hamstring graft size for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* janv 2017;25(1):229-35.
111. Crawford SN, Waterman BR, Lubowitz JH. Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* sept 2013;29(9):1566-71.
112. MARS Group, Wright RW, Huston LJ, Spindler KP, Dunn WR, Haas AK, et al. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med.* oct 2010;38(10):1979-86.
113. Trojani C, Sbihi A, Djian P, Potel J-F, Hulet C, Jouve F, et al. Causes for failure of ACL reconstruction and influence of meniscectomies after revision. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* févr 2011;19(2):196-201.
114. Lee CC, Youm YS, Cho SD, Jung SH, Bae MH, Park SJ, et al. Does Posterior Tibial Slope Affect Graft Rupture Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* juill 2018;34(7):2152-5.
115. Sonnery-Cottet B, Thaunat M, Freychet B, Pupim BHB, Murphy CG, Claes S. Outcome of a Combined Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament

Reconstruction Technique With a Minimum 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* juill 2015;43(7):1598-605.

116. Helito CP, Saithna A, Bonadio MB, Daggett M, Monaco E, Demange MK, et al. Anterolateral Ligament Reconstruction: A Possible Option in the Therapeutic Arsenal for Persistent Rotatory Instability After ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med* [Internet]. 19 janv 2018 [cité 18 août 2018];6(1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5777553/>

Vu, le Président du Jury,



Professeur François GOUIN

Vu, le Directeur de Thèse,

Docteur Ronan GUILLOU

41 - CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE Conventionné

ET TRAUMATOLOGIQUE Hono-libres

44 1 404137 00 3 33 1 41

SELARLAOL 2 - Hôpital Privé du Confluent

3, rue Eric Tabarly - 44277 NANTES Cedex 2

Tél : 02 28 25 50 01
Docteur Ronan GUILLOU

Vu, le Doyen de la Faculté,

Professeur Pascale JOLLIET

RESULTATS FONCTIONNELS DES RECONSTRUCTIONS DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR PAR AUTOGREFFE AUX ISCHIOJAMBIERS : INFLUENCE DU NOMBRE DE TENDONS PRELEVES

RESUME

Introduction

Le gold standard des ligamentoplasties du ligament croisé antérieur est l'autogreffe. L'une des techniques les plus utilisées est l'autogreffe aux ischiojambiers, en prélevant le semi-tendineux, plus ou moins le droit interne. L'objectif de notre étude était d'analyser la différence de force en flexion en cas de prélèvement d'un ou des deux tendons. Les objectifs secondaires étaient le déficit de force en extension, les mobilités articulaires et les reprises chirurgicales.

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé une étude rétrospective monocentrique sur 80 patients dont 44 avec prélèvement d'un tendon (groupe DT) et 36 avec prélèvement de deux tendons (groupe DIDT). La mesure de force musculaire était évaluée par dynamométrie isocinétique à 5 mois et un examen clinique était réalisé à 1 et 5 mois.

Résultats

Aucune différence de force en flexion à 5 mois n'a été mise en évidence avec un déficit de 16% dans le groupe DT contre 14% dans le groupe DIDT ($p=0,592$), comparativement au côté non opéré. Il n'existait pas de différence de force en extension (déficit de 37% dans le groupe DT, 31% dans le groupe DIDT, $p=0,162$). On retrouvait un taux supérieur de flessum $\geq 10^\circ$ à 1 mois dans le groupe DIDT (34% contre 17%), non significatif ($p=0,144$). Le taux de reprise chirurgicale était également supérieur dans le groupe DIDT : 11% contre 2% dans le groupe DT ($p=0,169$).

Discussion

Il n'existe pas de différence de force en flexion après prélèvement du semi-tendineux seul, ou associé au droit interne. Le prélèvement peut donc concerner un ou deux tendons, sans différence post opératoire, afin d'obtenir un transplant de calibre adéquat.

MOTS-CLES

Genou ; Rupture du LCA ; Ligamentoplastie ; DIDT ; Ischiojambiers ; Force en flexion ; Cybex