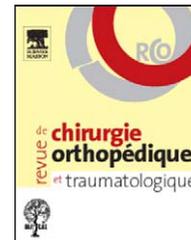




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



NOTE DE TECHNIQUE

La technique Tape Locking Screw (TLS®) : une nouvelle méthode de reconstruction du ligament croisé antérieur utilisant une autogreffe courte aux tendons ischiojambiers[☆]

The Tape Locking Screw (TLS®) technique: A new ACL reconstruction method using a shortened hamstring graft

M. Collette^{a,*}, X. Cassard^b

^a 97, rue Jean-Benaets, 1180 Bruxelles, Belgique

^b Clinique des Cèdres, 31700 Cornebarrieu, France

Reçu le 3 novembre 2008 ; accepté le 1^{er} avril 2011

MOTS CLÉS

Ligament croisé antérieur ;
Autogreffe ;
Tendons ischiojambiers ;
Fixation TLS®

Résumé Le système Tape Locking Screw (TLS®), mis au point en 2003, est une méthode originale de reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) qui associe trois principes fondamentaux : un seul tendon ischiojambier est prélevé et préparé en boucle fermée (quatre à cinq brins), courte (50 à 60 mm) de 8 à 10 mm de diamètre et précontrainte à 500 N ; les tunnels, réalisés par creusement rétrograde au diamètre correspondant à chaque extrémité de la greffe, ont une longueur réduite (10 ou 15 mm). Un press-fit maximal de la greffe dans la logette est obtenu grâce au mode d'introduction spécifique de la greffe ; la fixation, identique au fémur et au tibia, est assurée par des bandelettes de polyéthylène terephthalate ou bandelettes TLS®, qui cravatent chaque extrémité de la boucle ligamentaire et sont fixées à l'os par une vis d'interférence spéciale, la vis TLS®. Notre évaluation clinique préliminaire repose sur 134 patients revus.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.03.016](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.03.016).

[☆] Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : miche.collette@gmail.com (M. Collette).

Introduction

Bien que d'utilisation croissante, les techniques de reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) aux ischio-jambiers comportent des problèmes techniques encore incomplètement résolus.

La reproductibilité d'un ancrage solide et d'une répartition égale des contraintes au sein de la greffe reste un objectif difficile à atteindre [1].

Le risque d'élongation secondaire du complexe greffe-fixation [2,3], l'élargissement des tunnels [4], la perte de force musculaire après prélèvement de deux tendons ischio-jambiers [5,6], constituent d'autres sources de préoccupation.

Le système Tape Locking Screw (TLS®) (FH Orthopedics¹) a pour but de répondre à ces problèmes tout en conservant le caractère mini-invasif des techniques existantes.

Le système TLS® est fondé sur trois principes techniques : la préparation de la greffe, la forme des tunnels osseux et la fixation originale :

- la greffe : une boucle tendineuse fermée courte (50 à 60 mm) de 8 à 10 mm de diamètre est réalisée à partir d'un seul tendon ischio-jambier. La bandelette TLS®, en polyéthylène terephthalate tressé de 7 mm, est passée à chaque extrémité de la boucle ligamentaire. Une précontrainte de 500 N est appliquée ;
- les tunnels osseux : de faible calibre (4,5 mm), ils sont réalisés de dehors en dedans au tibia et au fémur. Les logettes osseuses sont creusées de façon rétrograde au moyen de tarières à ailettes originales ;
- la fixation : elle est obtenue au fémur et au tibia par visage de dehors en dedans des bandelettes de suspension de la greffe au moyen d'une vis d'interférence spéciale (vis TLS®).

Technique chirurgicale

La technique TLS® requiert l'utilisation d'un ancillaire spécifique.

Préparation de la greffe

Par une courte incision oblique en regard de son insertion tibiale, un seul tendon ischio-jambier est prélevé au moyen d'un stripper, généralement le semi-tendineux, parfois le gracilis en cas de besoin (échec de prélèvement du ST, ligamentoplastie multiple, double faisceau). Le tendon est ensuite enroulé autour de deux plots positionnés sur la table de préparation pour obtenir une boucle fermée à quatre ou cinq brins (Fig. 1). Évaluée à partir de radiographies préopératoires, la longueur de la greffe (50 à 60 mm) correspond à la somme de la longueur du trajet intra-articulaire et de la profondeur des deux logettes. Deux bandelettes TLS sont passées à chaque extrémité de la boucle et mises en pré-

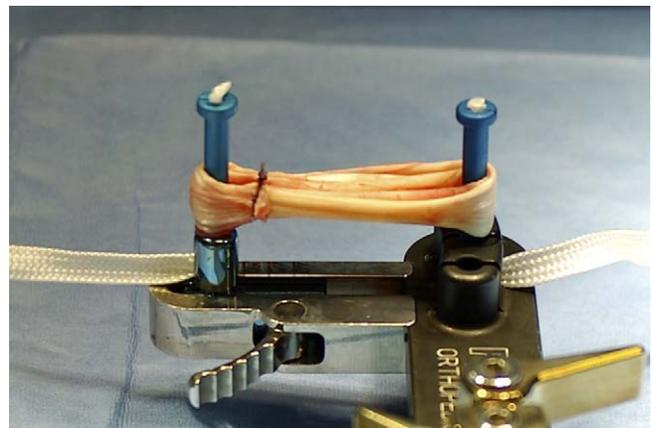


Figure 1 Préparation de la greffe.

contrainte sur table de traction (500 N/1–2 min) (Fig. 2). Le calibrage des extrémités de la greffe permet de déterminer le diamètre des logettes osseuses à réaliser.

Préparation des tunnels et logettes

L'arthroscope pénètre par la voie inféro-latérale et l'échancrure intercondylienne est préparée de manière classique. Un viseur spécifique est introduit par la voie antéro-médiale. Le tunnel fémoral est réalisé par une incision axiale de 10 mm à la face latérale du genou, en introduisant le canon de visée jusqu'au contact de l'os, en l'inclinant selon un angle d'environ 45° par rapport au plan frontal et à l'axe diaphysaire (Fig. 3). Une broche-guide est insérée, de dehors en dedans, débouchant au centre de la zone d'insertion choisie pour la greffe. La visée tibiale s'effectue également de dehors en dedans (Fig. 3), à partir de l'incision de prélèvement du tendon.

Une mèche canulée de 4,5 mm fore le tunnel de dehors en dedans selon le trajet des broches-guide.

L'entrée de chaque tunnel est taradée, sur broche-guide, sur une longueur de 15 mm.

Les logettes tibiale et fémorale sont ensuite creusées de façon rétrograde au moyen de tarières à ailettes originales (Fig. 4), de diamètre variable (7–11 mm). Un mouvement simultané de retrait et de rotation de la tarière entraîne le creusement d'une logette osseuse cylindrique de diamètre égal à l'envergure des ailettes (Fig. 5). La profondeur des logettes est systématiquement de 10 mm au fémur et de 15 mm au tibia. Un creusement supplémentaire de 4 à 5 mm au tibia procure une réserve de sécurité pour le logement de la greffe.



Figure 2 Mise en précontrainte de la greffe.

¹ FH Orthopedics, 3, rue de la Forêt, 68990 Heimsbrunn, France. Tel: +33 3 89 81 90 92; fax: +33 3 89 81 80 11; www.fhorthopedics.fr.

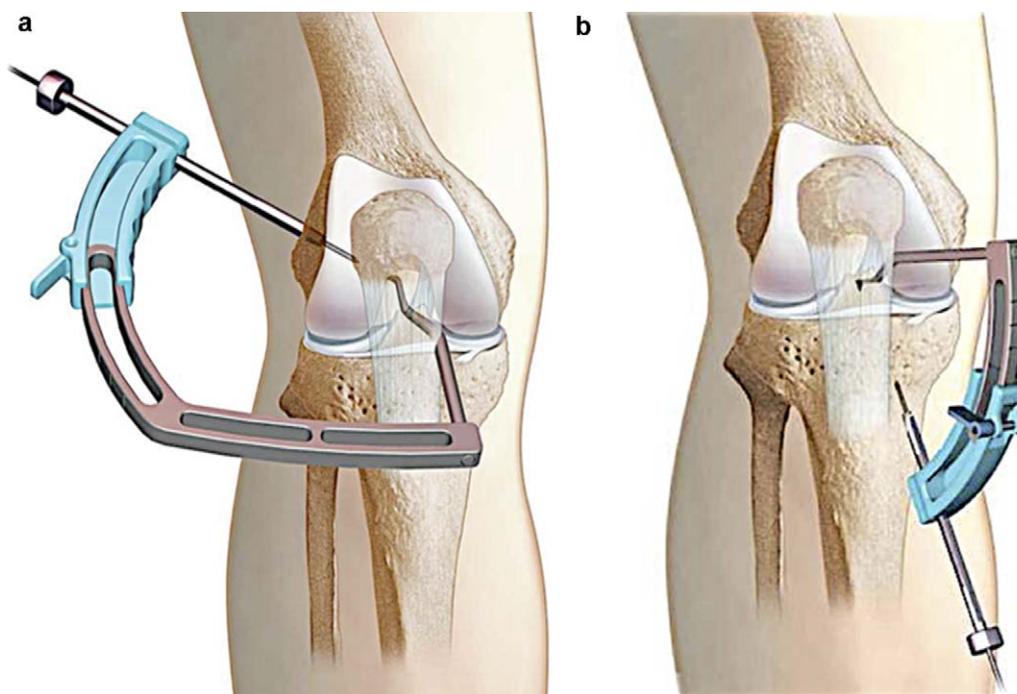


Figure 3 a : viseur fémoral out-in ; b : viseur tibial out-in.

Des canules sont ensuite vissées dans l'empreinte laissée par le taraud. Elles assurent un accès facile aux tunnels osseux et servent d'appui pour la mise en tension des bandelettes.

Insertion de la greffe et fixation

L'introduction de la greffe dans l'articulation s'effectue par la voie d'abord arthroscopique antéro-médiale, très légèrement élargie. Les bandelettes sont récupérées à la sortie de chacun des tunnels par l'intermédiaire d'un fil tracteur passé de dehors en dedans. Par traction forte sur les bandelettes, la greffe pénètre jusqu'au fond de la logette

fémorale d'abord et tibiale ensuite. Après vérification du positionnement et de la tension correcte de la greffe, les fixations s'effectuent au moyen d'une vis spécifique de forme conique, de 10 mm de diamètre, au dessin et au pas original, existant en deux longueurs (20 mm pour le fémur et 25 mm pour le tibia). Elle est disponible en Titane, Peek et biocomposite (Fig. 6). En raison de la précontrainte initiale, toute manœuvre de cyclage est superflue. Enfin, les bandelettes sont sectionnées au ras de l'os et les incisions



Figure 4 Tarières rétrogrades à ailettes coupantes.

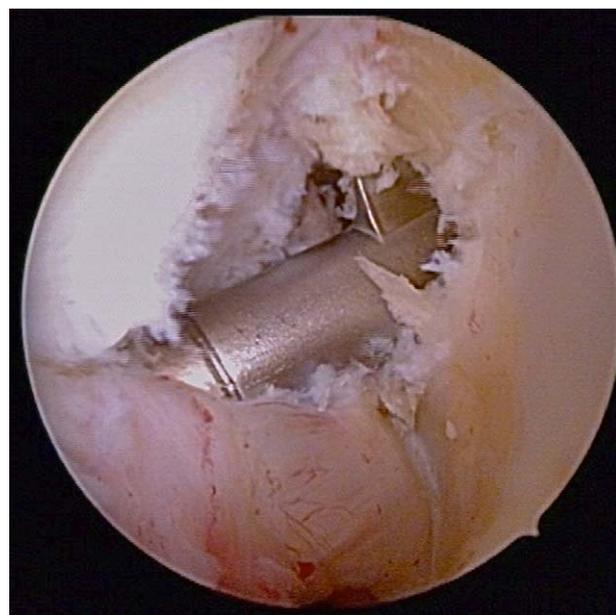


Figure 5 Vue endoscopique d'une tarière en cours de creusement d'une logette fémorale.



Figure 6 Vis Tape Locking Screw (TLS®) et aspect de la greffe en place après fixation.

sont fermées avec ou sans drainage selon les habitudes du chirurgien.

Soins postopératoires

L'appui complet est autorisé immédiatement sans orthèse de protection. L'amplitude de mobilité est récupérée de façon progressive, sans restriction.

Résultats

Cent trente-quatre premiers patients opérés sur trois sites (Bruxelles, Dr Collette; Aix-en-Provence, Dr Calas; Toulouse, Dr Cassard) entre septembre 2003 et août 2006 ont été revus avec un recul de six à 36 mois.

Trois infections (2,2%), deux thrombophlébites, (0,7%), deux hématomes importants (1,4%), une algodystrophie (0,7%) et six échecs (4,4%) ont été observés. Quelques cas d'hydarthrose prolongée au-delà de trois mois ont été observés sans que l'on puisse conclure à une fréquence plus élevée par rapport aux autres techniques.

La laxité différentielle a été mesurée selon la technique propre à chaque centre avec les résultats suivants :

- KT1000 avec traction 30 livres (13,6 kg) (20 cas) : $1,5 \pm 2,2$ mm; traction manuelle maximum : $1,8 \pm 2,2$ mm;
- Telos® avec traction 20 kg (56 cas) : $1,7 \pm 1,8$ mm;
- Telos® avec traction 20 kg (58 cas) : $3,7 \pm 2,3$ mm (échecs inclus).

Discussion

Par rapport aux techniques de reconstruction du LCA au tendon patellaire, les techniques aux tendons ischiojambiers

ont une plus faible morbidité, mais semblent procurer un moins bon contrôle de la laxité [7,8].

Cette relative faiblesse mécanique des greffes aux tendons ischiojambiers est attribuée à l'élongation du greffon et la qualité de la fixation [2,3,9–11]. Par ailleurs, le prélèvement conjoint du semi-tendineux et du gracilis provoque un déficit de force des muscles fléchisseurs qui peut être minimisé en prélevant un seul des deux tendons [5,6].

Dans les techniques classiques, le prélèvement de deux tendons sur 25 cm sert à confectionner une greffe de 10 à 12 cm dont la plus grande partie ne sert qu'à fixer la portion intra-articulaire de la greffe qui n'excède pas 3 cm de long. [12]. En utilisant une greffe courte, le système TLS® permet de résoudre bon nombre des problèmes évoqués.

Le segment tendineux servant à fixer les 3 cm utiles de la greffe est réduit au minimum (10 mm au fémur et 15 mm au tibia), la fonction de fixation étant assurée par des relais textiles qui se prêtent mieux au vissage que le tendon lui-même.

L'économie du deuxième tendon permet d'en faire usage lors de circonstances particulières (LCA double faisceau, LCP, LCA + reconstruction périphérique, reconstruction bi-croisés, etc.).

Par ailleurs, tout en offrant deux anses de traction au lieu d'une seule, la boucle tendineuse fermée permet une répartition égale des forces au sein des quatre brins alors qu'elle reste aléatoire dans les boucles ouvertes [13].

Les essais de traction statique et dynamique réalisés sur tendons semi-tendineux humains préparés en boucle fermée (laboratoire de mécanique du CRITT-Charleville, juin 2002), ont montré des valeurs de résistance proches du LCA normal (1916 ± 349 N).

Cependant, la longueur réduite d'insertion tendineuse dans le tissu osseux, pose la question de la qualité de l'ancrage biologique secondaire. La validité du concept de greffe courte s'appuie sur trois travaux expérimentaux.

En 2002, Weiler et al. [14] ont démontré que le tendon se fixe au tissu osseux, d'une part, dans le tunnel lui-même, d'autre part, à son entrée intra-articulaire. La cicatrisation intra-tunellaire n'a qu'un rôle transitoire, la fixation à l'entrée du tunnel prenant le relais dès le troisième ou quatrième mois postopératoire. En 2008, Zantop et al. [15] ont montré chez la chèvre qu'une insertion tendineuse de 15 mm ou 25 mm dans le fémur ne provoque à six et 12 semaines postopératoires, aucune différence significative sur la cinématique du genou ou les propriétés mécaniques de la greffe (résistance à l'arrachement, rigidité).

Yamazaki et al. [16] ont montré chez le chien qu'à six semaines postopératoires, la résistance à l'arrachement des greffes tendineuses enfouies dans des logettes osseuses de 15 mm ou de 5 mm de profondeur est équivalente.

Le procédé de fixation lui-même présente également des particularités intéressantes.

Par leur souplesse, les bandelettes de suspension sont inoffensives pour le tissu tendineux. Les essais de traction cyclique de longue durée n'ont en effet révélé aucun signe de détérioration du tissu tendineux après 30 000 cycles de 0 à 500 N (CRITT-Charleville, juin 2002). Le contact os-tendon est maximal dans la logette (360°) et le procédé de fixation ne modifie pas le positionnement du site d'insertion

choisi. L'effet péjoratif induit par l'éloignement entre la fixation et la zone d'ancrage articulaire de la greffe [17] est évité. Une effraction du mur postérieur de la logette osseuse fémorale reste sans conséquence pour la solidité de la fixation qui s'effectue à distance. En fixant les bandelettes jusqu'au contact de la greffe, la vis TLS® permet d'éviter l'élasticité indésirable rencontrée dans les systèmes classiques de suspension. Les propriétés mécaniques de ce montage vis-bandelette sont remarquables comme l'ont montré nos essais de laboratoire (CRITT, Charleville, juin 2002). Les tests de traction statique effectués sur cette fixation ancrée dans l'os humain (tête fémorale) montrent une résistance à l'arrachement de 1742 ± 397 N qui se maintient, (1610 ± 414 N) malgré 1500 cycles de traction (0 à 500 N).

Ces essais en laboratoire nous ont également conduits à réaliser une pré-déformation du complexe bandelette-greffe-bandelette avant son insertion dans le genou. Dans le système TLS®, la déformation se produit à l'interface entre la bandelette et le tissu tendineux qui s'aplatit par expulsion du liquide interstitiel avec un allongement de 2 à 3 mm. après deux minutes de traction à 50 kg.

Depuis l'étude préliminaire des premiers patients opérés, commencée en octobre 2003 et terminée en août 2006, plus de 800 patients ont été opérés avec ce système par les trois chirurgiens qui ont collaboré à sa mise au point. Depuis sa diffusion en France et à l'étranger en mars 2007, plus de 13 000 cas ont été opérés avec cette technique.

Une étude prospective, indépendante des concepteurs, est en cours de réalisation avec des résultats encourageants à plus de deux ans de recul.

Déclaration d'intérêts

Dr Michel Collette : consultant occasionnel pour la firme FH Orthopedics. Perception de royalties en tant que concepteur du système TLS®.

Dr Xavier Cassard : consultant occasionnel pour la firme FH Orthopedics. Perception de royalties en tant que co-concepteur du système TLS®.

Remerciements

Nous remercions la société FH Orthopedics pour son aide logistique et la prise en charge du développement de cette technique.

Références

- [1] Christel P. Fixation des greffes de ligament croisé antérieur. Aspects biomécaniques. In: Landreau P, Christel P, Djian P, editors. Pathologie ligamentaire du genou. Paris, France: Springer Verlag; 2004. p. 321–35.
- [2] Kousa P, Järvinen J, Vihavainen M TLN, et al. The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction: Part II: tibial site. *Am J Sports Med* 2003;31:182–8.
- [3] Adam F, Pape D, Schiel K, Steimer O, Kohn D, Rupp S. Biomechanical properties of patellar and hamstring graft tibial fixation techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: experimental study with roentgen stereometric analysis. *Am J Sports Med* 2004;32:71–8.
- [4] Samuelsson K, Andersson D, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to graft type and surgical technique: an assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy* 2009;25:1139–74.
- [5] Tashiro T, Kurosawa H, Kawakami A, Hikita A, Fukui N. Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. A detailed evaluation with comparison of single- and double-tendon harvest. *Am J Sports Med* 2003;31:522–9.
- [6] Condouret J, Cohn J, Ferret J-M, Lemonsu A, Vasconcelos W, Dejour D. Évaluation isocinétique à deux ans de ligamentoplasties du ligament croisé antérieur au tendon rotulien et aux ischiojambiers. *Rev Chir Orthop Traumatol* 2008;94:375–82.
- [7] Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 2003;31:2–11.
- [8] Biau DJ, Katsahian S, Kartus J, Harilainen A, Feller JA, Sajovic M, et al. Patellar tendon versus hamstring tendon autografts for reconstructing the anterior cruciate ligament: a meta-analysis based on individual patient data. *Am J Sports Med* 2009;37:2470–8.
- [9] Brown Jr CH, Wilson DR, Hecker AT, Ferragamo M. Graft-bone motion and tensile properties of hamstring and patellar tendon anterior cruciate ligament femoral graft fixation under cyclic loading. *Arthroscopy* 2004;20:922–35.
- [10] Höher J, Livesay GA, Ma CB, Withrow JD, Fu FH, Woo SL. Hamstring graft motion in the femoral bone tunnel when using titanium button/polyester tape fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:215–9.
- [11] To JT, Howell SM, Hull ML. Contributions of femoral fixation methods to the stiffness of anterior cruciate ligament replacements at implantation. *Arthroscopy* 1999;15:379–87.
- [12] Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg* 1985;67:257–62.
- [13] Hamner DL, Brown Jr CH, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC. Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg* 1999;81:549–57.
- [14] Weiler A, Hoffmann RFG, Bail HJ, Rehm O, Südkamp NP. Tendon healing in a bone tunnel. Part II. Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Arthroscopy* 2002;18:124–35.
- [15] 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. Intraarticular study in a goat model. *Am J Sports Med* 2008;36:2158–66.
- [16] 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* 2006;14:1086–93.
- [17] Fauno P, Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy* 2005;21:1337–41.