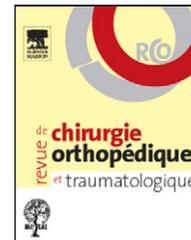




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

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



MÉMOIRE ORIGINAL

Reconstruction du ligament croisé antérieur du genou : évaluation d'un procédé de fixation fémorale (Endobutton CL[®]) des tendons de la patte d'oie (Gracilis-semi tendinosus) : à propos d'une série prospective continue de 105 cas revus à plus de quatre ans[☆]

Anterior cruciate ligament reconstruction: Assessment of the hamstring autograft femoral fixation using the Endobutton CL[®]

S. Plaweski^{a,*}, J. Rossi^a, P. Merloz^b

^a Service d'orthopédie et de traumatologie du sport, hôpital Sud, CHU de Grenoble, 38043 Grenoble cedex, France

^b Service de chirurgie orthopédique et traumatologie, CHU Michallon, CHU de Grenoble, 38043 Grenoble cedex, France

Acceptation définitive le : 28 septembre 2009

MOTS CLÉS

Reconstruction du ligament croisé antérieur ;
Tendons ischiojambiers ;
Fixation fémorale ;
Endobutton

Résumé L'objet de ce travail a été d'évaluer les résultats cliniques et radiologiques avec un recul de plus de quatre ans d'une série prospective continue de 105 reconstructions du LCA utilisant les tendons de la patte d'oie (STG) fixés au niveau fémoral par un Endobutton CL[®].
Hypothèse. – Les résultats cliniques subjectifs, objectifs ainsi que radiologiques (élargissement des tunnels) obtenus par une fixation fémorale corticale extra-anatomique sont au moins équivalents à ceux obtenus par les autres moyens de fixation fémorale.
Patients et méthodes. – Cent cinq patients d'âge moyen de 26 ans (12–56) ont été opérés d'une rupture du ligament croisé antérieur, selon la même technique, par le même opérateur : STG quatre faisceaux fixés sur le versant tibial par une double fixation par vis d'interférence « BioRCI-HA » et agrafe et sur le versant fémoral par un Endobutton CL[®] (Smith et Nephew). Les résultats ont été évalués à six mois un et deux ans puis au recul moyen de 51 mois sur le plan clinique (IKDC, Lysholm, KT 1000) et radiologique (laximétrie au Telos, positionnement des tunnels et analyse de leur morphologie).

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2009.09.011](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2009.09.011).

[☆] 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 : splaweski@chu-grenoble.fr (S. Plaweski).

Résultats. – Aucune complication liée à l'utilisation de l'endobouton n'a été constatée. Aucune adjonction de vis d'interférence supplémentaire n'a été nécessaire. Selon la classification IKDC laxité, 91,4% des patients étaient classés en catégorie A ou B, neuf genoux (8,6%) étaient classés C ou D. Quatre échecs ont nécessité une reprise par une greffe de tendon patellaire. Au score final IKDC, 63 patients (60%) étaient classés grade A, 37 grade B (35,3%), quatre grade C (3,8%) et un grade D (0,9%). Au telos, 62 patients (59%) avaient une laxité différentielle inférieure ou égale à 2 mm. La valeur moyenne de la série était de 1,8 mm (0–11). L'élargissement du tunnel tibial était constant; celui du tunnel fémoral était significatif (supérieur à 2 mm) dans 27,6% des genoux. Aucune modification du diamètre du tunnel fémoral correspondant au passage de l'endobouton n'était constatée.

Discussion. – Les résultats de cette série sont comparables aux résultats des autres séries. La reproductibilité et l'absence de iatrogénie de cette fixation fémorale par Endobutton CL® en font une technique de choix au même titre que les procédés dits mixtes cortico spongieux sans leurs inconvénients. Aucune élongation secondaire pouvant être attribuée à l'Endobutton CL® n'a été constatée. Ce procédé de fixation fémorale est apparu comme nécessaire et suffisant à la bonne tenue mécanique de la greffe dans le tunnel fémoral.

Niveau de preuve. – Niveau IV étude thérapeutique prospective.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

L'utilisation des tendons du semi-tendinosus et du gracilis (STG) s'affirme comme une méthode de choix en matière de reconstruction du ligament croisé antérieur. Cette greffe avec quatre brins de tendons de STG tendus de façon équivalente a l'avantage de posséder une résistance mécanique théorique supérieure à celle d'un tendon d'un ligament patellaire d'une largeur d'un minimum de 10 mm, d'avoir un minimum de complications iatrogènes, de préserver l'appareil extenseur et ainsi de réduire les douleurs antérieures du genou [1–8]. Une large variété de moyens de fixation des tendons ischiojambiers est cependant proposée témoignant du fait que la fixation idéale n'a pas encore été trouvée. En effet pour beaucoup d'auteurs, l'insuffisance des résultats cliniques était liée à l'insuffisance des moyens de fixation de cette greffe. Steiner et al. [9] ont montré que la clé du succès passait par l'utilisation d'un système de fixation suffisamment rigide permettant ainsi d'obtenir des résultats cliniques en termes de satisfaction des patients, de stabilité articulaire et de retour à l'activité sportive, équivalents aux résultats obtenus par les greffes utilisant le ligament patellaire (OTO). La fixation fémorale des tendons STG par un Endobutton® (Smith et Nephew) est ainsi apparue comme un moyen fiable suffisamment résistant et rigide [10–12]. La technique est simple et les résultats sont favorables. Néanmoins, pour certains, cette fixation indirecte à distance de l'interligne articulaire pouvait être à l'origine de micromouvements de la greffe dans le tunnel fémoral responsables d'un élargissement de ce dernier. [10,13–16,7]. Néanmoins, dans ces études, l'Endobutton® évalué était non continu, formé par l'association d'une petite plaque métallique placée au dessus de la corticale fémorale, reliée à la greffe par des fils tressés à suturer à la plaque, induisant par là même, non seulement des difficultés techniques de réalisation d'une bonne tension mais aussi une possible détente secondaire de la suture. Depuis 2003 nous utilisons l'«Endobutton® continuous loop» (Endobutton CL®) qui est un nouveau système de fixation mixte cortical et endosseux améliorant considérablement les qualités biomécaniques de l'ancien système puisqu'il intègre d'office à la plaque la

boucle de l'attache du transplant rendant ainsi le système continu. Différentes longueurs sont ainsi mises à disposition et choisies par l'opérateur en fonction des données anatomiques peropératoires (taille du condyle latéral et longueur du tunnel fémoral). Le choix de sa longueur dépend du calcul de la longueur du tunnel fémoral. L'appui est situé sur la corticale fémorale offrant ainsi une excellente résistance mécanique à la traction.

Le but de cette étude a été d'évaluer, de façon prospective, les résultats cliniques et radiologiques, avec un recul minimum de quatre ans, d'une série de 105 patients ayant bénéficié d'une reconstruction ligamentaire du ligament croisé antérieur utilisant les tendons de la patte d'oie fixés au niveau fémoral par un l'Endobutton CL®.

Notre hypothèse de travail est la suivante: les résultats cliniques subjectifs, objectifs ainsi que radiologiques (élargissement des tunnels) obtenus par une fixation fémorale corticale extra-anatomique sont au moins équivalents à ceux obtenus par les autres moyens de fixation fémorale.

Patients et méthode

Il s'agit d'une étude prospective portant sur une série continue de 105 patients opérés d'une rupture du ligament croisé antérieur, selon la même technique, par le même opérateur, du 1^{er} septembre 2003 au 15 mars 2004. Les critères d'exclusion étaient représentés par un genou déjà opéré, une reconstruction ligamentaire du genou controlatéral, des associations lésionnelles ligamentaires latérales ou médiales, ainsi que des lésions chondrales avérées pouvant modifier le protocole de rééducation postopératoire (lésions cartilagineuses grade III ou IV). Le recul minimum de l'évaluation clinique était de quatre ans – recul moyen 51 mois (48–54 mois). L'intervalle moyen entre le traumatisme et la chirurgie était de trois mois (1,60 mois). Cette série comprenait 105 patients, d'âge moyen 26 ans (12–56) répartie entre 62 hommes et 43 femmes. Le genou droit était atteint dans 58 cas et le genou gauche dans 47 cas. L'activité

sportive était la cause de la rupture dans tous les cas : pratique du ski dans 75%, football : 10%, rugby : 10% et handball : 5%.

La technique chirurgicale consistait, après avoir prélevé et calibré les tendons du STG, à les passer dans la boucle de l'endobouton, à les mettre fortement en traction puis à suturer ensemble leurs extrémités (Ethibon n° 3) sur une longueur d'au moins 20 mm permettant de diminuer ainsi fortement la compliance du transplant dans sa portion intra-osseuse. La longueur de l'endobouton était choisie en fonction de la longueur du tunnel fémoral. Les attaches tibiales du reliquat de ligament croisé étaient conservées. La zone d'insertion fémorale anatomique était parfaitement identifiée. Le positionnement du tunnel tibial était le plus antérieur possible sans conflit avec l'échancrure [17]. Le tunnel fémoral était réalisé par voie portale antéromédiale, de dedans en dehors, genou fléchi à 120 degrés. Le calibrage du tunnel borgne fémoral était calculé au 1/2 mm près. Une fois la greffe mise en place le genou était cyclé tout en tractant fortement l'extrémité tibiale de la greffe : l'endobouton était ainsi plaqué contre la corticale fémorale et la greffe tendue au maximum permettant d'éviter une éventuelle élongation secondaire. Puis la greffe était fixée au tibia par une vis d'interférence BioRCI HA (Smith et Nephew) et une agrafe. Aucune fixation complémentaire n'était mise en place au fémur.

La rééducation était entreprise dès le lendemain avec marche et appui complet sous couvert de cannes-béquilles, sans attelle. Seul le travail en chaîne cinétique fermée était autorisé pendant les deux premiers mois postopératoires puis l'activité sportive en ligne sans contact à partir du troisième mois postopératoire, l'activité à pivot sans contact à partir du quatrième mois et la reprise de la compétition au neuvième mois.

Tous les patients ont été examinés à trois, six, 12 mois postopératoires ainsi qu'au plus long recul. L'évaluation clinique a porté sur le nombre de reprises opératoires et de complications, et au plus long recul, sur les critères objectifs de l'International Knee Documentation Committee (IKDC 1999), le score impression subjective et signes fonctionnels (IKDC 1993), complétée par la documentation d'un score fonctionnel (score de Lysholm) et par une évaluation objective sur des critères de laxité (mesuré avec le KT 1000). Le bilan radiographique, réalisé au plus long recul a porté sur la laximétrie évaluée avec l'appareil Telos (150 et 200 N) ainsi que sur le positionnement et l'élargissement du tunnel tibial et fémoral [18,19].

Le diamètre du tunnel fémoral a été mesuré dans sa plus grande largeur, perpendiculaire à l'axe du tunnel, sur les clichés de face. Du fait de l'obliquité du tunnel fémoral, due à la visée par voie portale antéromédiale, nous n'avons pu mesurer le diamètre sur les clichés de profil. Nous n'avons ainsi pas mesuré l'aire du tunnel fémoral selon la technique de Clatworthy et al. [13]. Le diamètre originel du tunnel était obtenu grâce au compte-rendu opératoire. Le diamètre du tunnel tibial a été calculé sur les clichés radiographiques de face et en vue de profil. Le facteur d'agrandissement des radiographies était déterminé par la mise en place d'une mesure métallique millimétrée sur les clichés. La forme des tunnels était classée selon la description de Peyrache et al. [20] en trois types : conisation (conique), élargissement linéaire, et ballonnisation (cavitaire). Pour quantifier

l'élargissement des tunnels osseux, fémoral et tibial, nous avons utilisé la classification de Nebelung et al. [21] en quatre stades : nul ou inférieur à 0,5 mm, léger entre 0,5 et 2 mm, net entre 2,5 et 4,5 mm, massif si supérieur à 4,5 mm. Nous n'avons pris en compte que les élargissements supérieurs ou égaux à 2 mm.

Les résultats ont été analysés sur le plan statistique avec le logiciel Statview 4.5. avec utilisation du *t* test de Student pour comparer les valeurs continues et le test de corrélation pour les valeurs nominales. $p < 0,5$ était le seuil déclaré de significativité.

Résultats

La longueur de l'endobouton était dans 75% des cas de 25 mm et de 30 mm dans les autres cas. Aucune adjonction de vis d'interférence supplémentaire n'a été nécessaire. La moyenne du diamètre des greffons était de 8,2 (7–10); la moyenne du foret du tunnel fémoral était de 8,3 (7–10). Aucune complication peropératoire liée à l'endobouton n'a été constatée dans cette série.

Deux patients ont présenté un hématome postopératoire au site de prélèvement du transplant nécessitant une reprise chirurgicale avec évacuation et drainage sans aucune séquelle. Un patient a eu une arthroscopie à six mois postopératoire pour un syndrome du cyclope. Après arthrolyse, ce patient a retrouvé une fonction complète et a été inclus à la révision au plus long recul. Deux patients ont eu une arthroscopie à neuf et 12 mois postopératoires pour ménisectomie médiale. Ces deux patients avaient eu lors de l'intervention initiale, une suture méniscale. Quatre patients ont présenté un nouveau traumatisme du même genou avec rupture itérative du ligament croisé antérieur, survenant au cours de la reprise de l'activité sportive (à partir du septième mois). Ces quatre patients ont eu une deuxième reconstruction ligamentaire par OTO (à 9, 12, 14 et 20 mois après la première chirurgie). L'endobouton a alors été enlevé par l'abord fémoral latéral. Il était entier et intact aussi bien dans sa structure que sa longueur.

Score fonctionnel

Au score IKDC impression subjective, 97 patients (92,4%) considéraient leur genou comme normal ou proche de la normale, quatre patients (3,8%) considéraient leur genou comme anormal et quatre patients ont présenté une re-rupture (3,8%). Le score de Lysholm était en moyenne de 72,1 ($\pm 6,7$) (50–86) avant la chirurgie et de 94,1 ($\pm 3,7$) (71–99) au recul.

La reprise de l'activité sportive s'est faite en moyenne à 180 jours (90 à 295). Concernant la reprise du sport nous avons distingué les sportifs professionnels et de haut niveau (national ou international) : 65 sur 75 (soit 86,6%) patients avaient repris leur activité d'enseignement ou leur niveau d'entraînement un an après la chirurgie. Pour les autres (loisirs ou compétiteurs occasionnels) sur 30 patients, sept (23,3%) n'avaient pas repris d'activité sportive à un an.

Tableau 1 Classification International Knee Documentation Committee (IKDC) postopératoire.

Grade IKDC	A		B		C		D		A+B	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Impression subjective	75	71,4	22	21	4	3,8			97	92,4
Signes fonctionnels	70	66,7	32	30,4	3	2,9			102	97,1
Mobilité	94	89,5	11	10,5					105	
Évaluation ligament	70	66,7	26	24,8	8	7,6	1	0,9	96	91,4
Score final	63	60	37	35,3	4	3,8	1	0,9	100	

Évaluation IKDC

Ils sont exposés dans le [Tableau 1](#).

Selon le critère IKDC laxité, 70 genoux (66,7%) étaient classés (A), 26 (24,8%) classés (B), 9 (8,5%) étaient classés C et D ([Tableau 1](#)). Quarante-vingt-cinq genoux (80,9%) ne présentaient aucun ressaut, 17 (16,3%) une ébauche (+), deux (1,9%) un ressaut franc (++) et un genou (0,9%) présentait un ressaut explosif (+++).

Aucun patient ne présentait d'hydarthrose. Sept genoux avaient une différence de mobilité en flexion de 7° en moyenne [3–10] par rapport à l'autre genou et quatre patients avaient un déficit d'extension de cinq degrés. Sept patients (6,7%) présentaient une sensibilité sur le site de prélèvement des ischiojambiers avec une diminution de leur force de 15% en moyenne [10–30] évaluée aux tests isocinétiques à six mois postopératoires. Au test de saut monopodal, 90 patients étaient grade A, 13 patients grade B et deux patients grade C.

Au score final IKDC 63 patients (60%) étaient classés grade A, 37 grade B (35,3%), quatre grade C (3,8%) et un grade D (0,9%).

Laximétrie

Au KT 1000 57 genoux (54,3%) avaient une laxité entre 0 et 2 mm, 40 (38,1%) inférieure à < 5 mm), huit (7,6%) entre 5 et 10 mm (moyenne de 6,5 mm [5–8] et un (0,9%) > 10 mm). Au télés® à 200 newtons, la laxité différentielle moyenne était de 1,8 mm (0–11). Soixante-deux patients (59%) avaient une laxité différentielle inférieure ou égale à 2 mm, 33 patients (31,4%) avaient une laxité comprise entre 3 et 5 mm et dix patients (10,5%) avaient une laxité différentielle calculée à plus de 5 mm.

Évaluation radiographique

Concernant le tunnel tibial un élargissement constant a été constaté chez tous les patients à un an et au dernier recul. Concernant le tunnel fémoral, à un an de

recul, nous avons constaté un élargissement supérieur à 0,5 mm chez tous les patients et compris entre 0,5 et 2 mm (moyenne = 1,2 mm) chez 86 patients (82%). À plus de quatre ans de recul 76 genoux (72,3%) montraient un élargissement du tunnel fémoral entre 0,5 et 2 mm (my = 1,3 mm) et 29 de plus de 2 mm (my = 2,4 mm [2–4]) (27,6%) ([Tableau 2](#)). L'augmentation significative moyenne du diamètre du tunnel fémoral était de 58% par rapport au diamètre initial de la mèche (8,2 mm en moyenne [7–10]). Aucune modification du diamètre du tunnel fémoral correspondant à la boucle de l'endobutton n'était constatée (tunnel de 5 mm de diamètre). L'élargissement du tunnel fémoral était de forme conique dans 60% des cas, linéaire dans 40% des cas. Aucune ballonnisation n'a été constatée. Concernant le positionnement sagittal du tunnel fémoral, la valeur moyenne était de 85% selon les critères de Staubli et 90% étaient situés en zone IV sur la ligne de Blumensaat et 10% en zone III ([Fig. 1](#)). Il n'a été constaté aucune corrélation statistiquement significative entre l'élargissement du tunnel fémoral et la laxité ($p = 0,005$).

Discussion

Cette étude a permis de rapporter les résultats cliniques et radiographiques d'une série consécutive prospective de 105 patients présentant une rupture dite isolée du ligament croisé antérieur. Tous les cas ont été traités par la même technique, selon le même procédé opératoire, avec la même fixation tibiale et fémorale, par le même opérateur et ont bénéficié du même protocole de rééducation. Aucune autre étude n'a été réalisée à l'heure actuelle concernant la technique de reconstruction ligamentaire du ligament croisé antérieur par STG fixé au niveau du fémur par un endobutton continu (Endobutton® CL Smith et Nephew) au recul de quatre ans minimum.

Dans plusieurs méta-analyses récentes il n'est pas apparu de différence significative en termes de laxité entre l'utilisation des tendons ischiojambiers et le transplant os-ligament patellaire-os. Biau et al. [1], Goldblatt et al. [22], Yunes et al. [23] ont observé un meilleur contrôle de la stabilité après OTO, alors que Poolman et al. [24]

Tableau 2 Largeur du tunnel fémoral (clichés radiographiques de face en valeur corrigée).

Largeur tunnel fémoral	0,5 à 2 mm	> 2 mm
À 1 an postopératoire	n = 86 (82%) my = 1,2 mm	n = 19 (18%) my = 2,6 (2–4)
À j + 4 ans minimum	n = 76 (72,3%) my = 1,3 mm	n = 29 (27,6%) my = 2,4 (2–4)

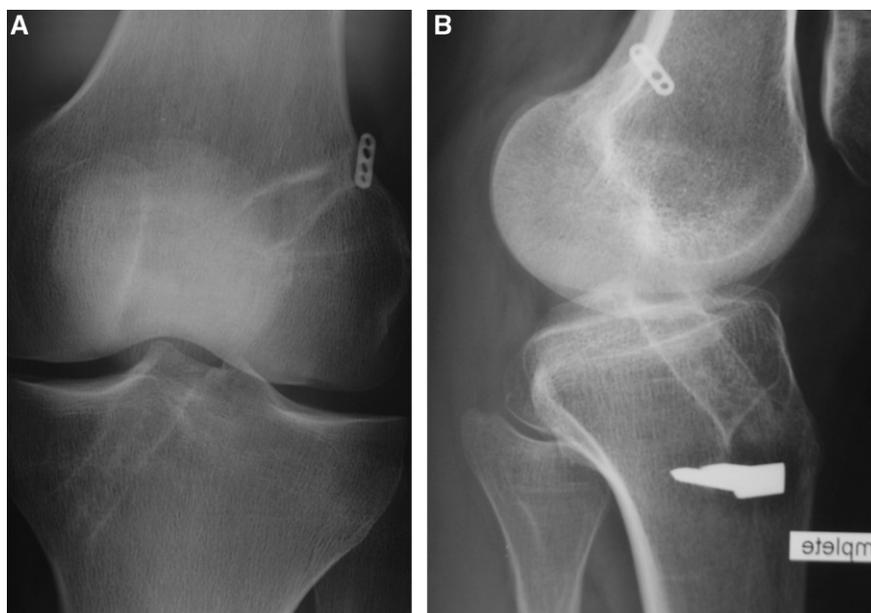


Figure 1 Clichés radiographiques à quatre ans de recul avec (A) vue de face et (B) vue de profil en extension complète du genou de la reconstruction du LCA par les tendons semi-tendinosus et du gracilis (STG) fixés par un endobouton fémoral.

et Biau et al. [11] avec des séries plus récentes n'ont pas observé de différence. Concernant le score IKDC objectif, s'il existe des variations dans les résultats des différentes séries comparatives, au sein d'une même étude, il n'a pas été rapporté de différence significative entre les greffes OTO et les greffes STG. Néanmoins, aucune méta-analyse n'a pris en compte le type de fixation des tendons ischio-jambiers. Aussi nous pensons comme Poolman et al. [25] qu'une méta-analyse comparant OTO et STG doit prendre en compte le type de fixation des ischiojambiers (anciens type de fixation versus Endobutton CL®) en réalisant une analyse de sensibilité (comportement inférieur des anciens type de fixation).

Analyse du moyen de fixation des ischiojambiers

Analyse biomécanique

Depuis dix ans nous appliquons à toutes nos reconstructions ligamentaires du LCA par STG un protocole de rééducation dit non agressif pendant les trois premiers mois postopératoires afin de permettre à la greffe d'être intégrée à l'os dans les tunnels sans sollicitation excessive des moyens de fixation. Une seule étude récente [26] impliquant l'Endobutton CL® a comparé le comportement mécanique de différents systèmes de fixation fémorale pour les tendons DIDT: les systèmes de fixation corticospongieux semblaient offrir de meilleures garanties concernant l'élongation et la résistance à l'arrachement (1469,7N) et avec pour l'Endobutton CL® des valeurs mécaniques possédant une marge de sécurité suffisante pour permettre la phase de rééducation des trois premiers mois sans dépasser la limite de résistance en traction (850N) contrairement aux vis d'interférence (392,5N).

Résultats cliniques

Dans une étude rétrospective, Charlton et al. [27] ont montré que les résultats des reconstructions ligamentaires utilisant les tendons STG fixés par vis d'interférence bio-absorbables étaient comparables aux résultats des autres méthodes de reconstruction ligamentaire du ligament croisé antérieur, en termes de satisfaction, de stabilité du genou et de fonction. Avec un recul clinique de 30,2 mois en moyenne la laxité au KT 1000 était de 2,03 mm en moyenne avec un score IKDC de 83 (47–100) résultats moins bons que ceux publiés par Colombet et al. [2] à propos de 200 chirurgies reconstructives du ligament croisé antérieur, utilisant les tendons STG fixés par vis d'interférence RCI mais avec un recul clinique moindre (minimal d'un an): 50% étaient classés A, 44% B et 6% C ou D. Comparant les moyens de fixation de STG, Ma et al. [28] ont analysé dans une étude clinique prospective non randomisée au recul minimum de deux ans (moyenne à 35 mois) la fixation fémorale par vis d'interférence biorésorbable (BIS) et par endobouton (Endo). Les scores IKDC étaient de 85 (± 11) dans le groupe BIS vs 81 (± 17) dans le groupe Endo. Au KT 1000, la différence était de 3,2 mm ($\pm 2,6$) dans le groupe BIS vs 2,4 ($\pm 1,8$) dans le groupe Endo. L'élargissement des tunnels était présent dans les deux groupes aussi bien sur le versant fémoral que tibial (36 et 77%). En conclusion, les auteurs ont montré qu'une fixation anatomique par vis d'interférence ne montrait pas de différence significative concernant les résultats cliniques avec ceux fixés par une fixation distale corticale de type endobouton (résultats à 24 et à 40 mois de recul). L'élargissement des tunnels était significatif dans les deux groupes, plus prononcé sur le versant fémoral. Les vis n'étaient pas dégradées après deux ans et quatre ans de recul. Pour Ahn et al. [29], la fixation des tendons ischiojambiers par deux crosspin bioabsorbables (Rigid-Fix® Mitek) permet de supprimer la translation antérotibiale dans 93,1% des patients à un recul moyen de 26,9 mois. 95,7%

étaient grade A ou B au KT2000 avec une laxité médiane de 1,3 mm. Dans cette étude 74 arthroscopies de révision de principe ont été réalisées en moyenne après 20,1 mois (9–32) : l'analyse subjective de la tension de la greffe montrait que 52 genoux avaient une greffe considérée comme tendue, 22 genoux moyennement détendue et aucun n'avait une rupture de la greffe. Harilainen et al. [30] ont réalisé une étude prospective randomisée à deux ans de recul comparant les résultats de deux séries de STG fixé sur le versant fémoral soit par crosspin (Transfix® Arthrex) soit par vis d'interférence métallique. Au score IKDC aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée entre les deux groupes à un et deux ans postopératoires. Rose et al. [31] dans une étude prospective randomisée ont comparé les résultats cliniques de reconstruction ligamentaire du LCA utilisant les tendons ischiojambiers fixés par un système de fixation fémorale, soit de vis d'interférence biorésorbables, soit d'un système de transfixation (Transfix®). Aucune différence statistiquement significative n'a été constatée entre les deux groupes concernant la laxité mesurée au Rollimeter. Quatre-vingt-dix pour cent des patients de l'ensemble de la série avaient un résultat fonctionnel normal ou proche de la normal. Quatre-vingt-quatorze des patients étaient cotés grade A ou B au score IKDC objectif pour la série Transfix® et 84 % pour la série Bioscrew® (Linvatec) rejoignant ainsi nos résultats cliniques (score global KDC grade A ou B de 91,4 %).

Élargissement des tunnels

Nous avons observé un élargissement significatif du tunnel fémoral dans 27,6 % des cas. Toutes ces valeurs sont difficilement comparables car les méthodes de mesure sont souvent différentes et ne prennent pas toujours en compte le coefficient d'agrandissement radiologique. Avec un recul minimum de quatre ans nos résultats apparaissent dans tous

les cas au moins équivalents, voire supérieurs aux résultats publiés avec les autres systèmes de fixation (Tableau 3) [32–38] dont le recul clinique était moindre sauf pour Giron et al. [33] qui à cinq ans de recul constataient une corrélation significative entre la longueur de la vis tibiale et l'élargissement : plus longue était la vis, moins important était l'élargissement du tunnel tibial. Pour Jansson et al. [34] l'analyse IRM a permis de constater une augmentation de la prise de contraste, non pas au niveau ligamentaire mais autour du ligament. Ils suggèrent que cette augmentation du signal autour des ligaments est associée avec l'élargissement des tunnels. Pour Fauno et al. [35] le positionnement des sites de fixation et les méthodes de fixation sont des facteurs majeurs dans le développement de l'élargissement des tunnels. Buelow et al. [36] ont comparé dans une étude prospective avec deux ans de recul l'élargissement des tunnels en fonction du type de fixation fémorale : endobutton versus vis d'interférence. Pour ces auteurs, l'utilisation de vis d'interférence s'accompagne d'une augmentation significative et immédiate du diamètre des tunnels et 6 % d'augmentation de plus de 50 % du diamètre à deux ans, alors que pour la fixation extracorticale aucune modification immédiate n'a été constatée avec une incidence de 76 % d'élargissement à deux ans. La seule étude analysant l'impact sur l'élargissement du tunnel fémoral d'un Endobutton CL® a été publiée par Kuskucu et al. [38] : Ils ont comparé les résultats à court terme l'élargissement des tunnels entre deux cohortes, une ayant eu une fixation par l'Endobutton CL® et l'autre par crosspin. La fixation tibiale été identique à la nôtre : vis d'interférence et agrafe. À 12 mois, l'élargissement était plus grand pour le groupe avec une fixation fémorale par Endobutton CL® (43,71 % pour le fémur, 51,11 % pour le tibia) que pour le groupe crosspin (32,61 % pour le fémur et 25,62 % pour le tibia), mais avec des résultats cliniques identiques.

Nous pensons que ces bons résultats sont dus à plusieurs facteurs : l'Endobutton CL® est continu et ne subit aucune

Tableau 3 Élargissement du tunnel fémoral : revue de la littérature.

	Recul	Moyen de fixation fémorale	Élargissement tunnel fémur	Corrélation avec laxité
Kobayashi et al. [32]	6 mois	Vis	36,7 % des cas (> 2 mm)	Non
Jansson et al. [34]	2 ans	Endobutton	33 % d'augmentation du diamètre	Non
Fauno et Kaalund [35]	1 an	Transfix® Endobutton	17 % des cas (> 2 mm) 43 % des cas (> 2 mm)	Non
Giron et al. [33]	5 ans	Ancre Mitek	32 % des cas	Non
Buelow et al. [36]	Postopératoire et à 2 ans	Endobutton Vis	% d'augmentation de l'aire 0 à 47 % 75 à 117 %	Non
Klein et al. [37]	18,4 mois	Crosspin	Élargissement moyen : 65,5 % du diamètre (+5,4 mm)	Non
Kuskucu [38]	12 mois	Endobutton Crosspin	Élargissement moyen 43,71 % du diamètre 32,71 % du diamètre	Non
Notre série	4 ans	Endobutton CL®	27,6 % des cas (> 2 mm)	Non

élongation secondaire (la preuve en a aussi été donnée par la constatation de l'absence de toute modification structurale de quatre Endobutton CL® ôtés à l'occasion des quatre reprises). La technique de préparation de la greffe diminue la compliance de la portion intra-osseuse (suture des quatre brins sur 20 mm de longueur au minimum). La greffe est mise en tension au préalable. Le remplissage du tunnel par la greffe est optimum [39]. Le genou est cyclé une fois la greffe en place avant la mise en place de la fixation tibiale. Nous avons toujours appliqué un protocole de rééducation non agressif respectant les étapes biomécaniques et biologiques de consolidation de la greffe dans les tunnels et de ligamentisation [40,41]. La zone de visée fémorale recherchée doit être la moins anisométrique respectant le comportement biomécanique du LCA [42]. Pour Segawa et al. [43] un placement trop antérieur du tunnel fémoral est à l'origine d'une augmentation significative de la largeur du tunnel fémoral. Toutes ces actions ont pour corollaire de minimiser la détente secondaire et la mobilité de la greffe dans le tunnel. La fixation dite anatomique par vis d'interférence n'est pas apparue nécessaire. Pour Buelow et al. [36] la présence d'une vis serait à l'origine d'une ballonnisation du tunnel (forme jamais constatée dans notre série avec endobutton). La fixation par les systèmes mixtes cortico-spongieux n'a pas démontré d'avantages cliniques ou radiologiques.

Chabra et al. [44] ont comparé deux techniques de forage du tunnel fémoral (voie portale médiale vs voie transtibiale). L'augmentation du diamètre du tunnel fémoral était en moyenne sur la vue frontale de 38,20% par voie portale médiale et de 53,96% pour la voie transtibiale, et sur la vue latérale de 23,80% par voie médiale portale et 50,07% pour la voie transtibiale. Ils concluent que l'expansion du tunnel fémoral était, de façon statistiquement significative, plus faible dans la technique par voie antéromédiale que par voie transtibiale. Nous avons montré que la voie arthroscopique antéromédiale utilisée pour l'endobutton avait permis de placer le tunnel fémoral en bonne position dans 90% des cas selon les critères radiographiques en vue latérale et sans conflit, autorisant de penser comme Iorio et al. [45] que la recherche d'un placement fémoral optimum est un facteur significatif en faveur d'une absence d'élargissement significatif du tunnel (71,2% des cas dans notre série).

Conclusion

Cette étude est à l'heure actuelle la seule étude prospective rapportant les résultats cliniques et radiologiques au recul minimum de quatre ans d'une technique de reconstruction du ligament croisé antérieur par les tendons ischiojambiers fixés au fémur par endobutton continu. Avec un score IKDC objectif de 91,4% de très bons et bons résultats (66,7% de grade A et 24,8% de grade B) nos résultats cliniques sont comparables aux autres séries et sur le plan radiologique supérieurs en termes d'élargissement du tunnel fémoral confirmant ainsi notre hypothèse initiale de travail. Comparant dans plusieurs méta-analyses les résultats subjectifs et objectifs entre une greffe OTO ou une greffe utilisant les ischiojambiers (STG) les recommandations actuelles de la Haute Autorité de santé (HAS) [46] ne permettent pas de définir de supériorité en faveur

d'une des deux techniques. Quelle fixation pour la greffe STG? Pour l'HAS au niveau du fémur cette fixation peut faire appel à un système extra-anatomique, à une vis d'interférence ou tout autre système intracanalalaire. À ce jour aucune étude ne permet de recommander une double fixation fémorale. Nous avons montré que l'Endobutton CL® était un moyen fiable et reproductible sans aucune complication iatrogène d'obtenir ces résultats cliniques. Il n'est pas apparu non plus utile d'ajouter à ce système une vis d'interférence fémorale. L'Endobutton CL® apparaît ainsi comme un système de fixation nécessaire et suffisant au même titre que les autres systèmes de fixation fémorale.

Conflits d'intérêts

Aucun.

Références

- [1] Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz PJ, Nizard RS. Bone-patellar tendon-bone autografts versus hamstring autografts for reconstruction of anterior cruciate ligament: meta-analysis. *Br Med J* 2006;332:995–1001.
- [2] Colombet Ph, Allard M, Bousquet V, de Lavigne C, Flurin P.H., Lachaud C. Anterior cruciate ligament reconstruction using four-strand semitendinosus and gracilis tendon grafts and metal interference screw fixation. *Arthroscopy* 2002;18(3):232–7.
- [3] Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med* 1999;27:444–54.
- [4] Harner DL, Brown 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 (Am)* 1999;81:548–57.
- [5] Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, Salmon LJ, Kawamata T, Chew F M. A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities. *Am J Sports Med* 2005;33:1337–45.
- [6] To JT, Howell SM, Hull M. Contributions of femoral fixation methods to the stiffness of anterior cruciate ligament replacements at implantation. *Arthroscopy* 1999;15:379–87.
- [7] Webster KE, Feller JA, Hameister KA. Bone tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised comparison of hamstring and patellar tendon grafts with 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:86–91.
- [8] Wilson TW, Zafuta MP, Zobitz M. A biomechanical analysis of matched bone patellar tendon bone and double-looped semitendinosus and gracilis tendon grafts. *Am J Sports Med* 1999;27:202–7.
- [9] Steiner ME, Hecker AT, Brown Jr CH, Hayes WC. Anterior graft fixation. Comparison of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 1994;22:240–6.
- [10] Barrett Gr, Papendick L, Miller C. Endobutton endoscopic fixation technique in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1995;11:340–3.
- [11] Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard R. ACL reconstruction. A meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop* 2007;458:180–7.
- [12] Simonian PT, Erikson MS, Larson RV, O'Kane JW. Tunnel expansion after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction

- with 1-incision Endobutton femoral fixation. *Arthroscopy* 2000;16:707–14.
- [13] Clatworthy MG, Annear P, Buelow JU. Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:138–45.
- [14] Hoher J, Livesay GA, Ma CV, Withrow JD, Fu LH, Woo SL. Hamstring graft motion in the femoral bone-tunnel when using titanium button/polyester tape fixation. *Knee Surgery sports Traumatol arthrosc* 1999;7:215–9.
- [15] L'Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD. Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:234–8.
- [16] Muneta T, Sekiya I, Yagishata K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomya K. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons/Operative technique and preliminary results. *Arthroscopy* 1999;15:618–24.
- [17] Buzzi R, Zaccherotti G, Giron F, Aglietti P. The relationship between the intercondylar roof and the tibial plateau with the knee in extension: relevance for tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1999;15(6):625–31.
- [18] Staubli HU, Rauschnig W. Tibial attachment area of the anterior cruciate ligament in the extended knee position. Anatomy and cryosections in vitro complemented by magnetic resonance arthrography in vivo. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2:138–46.
- [19] Howel SM, Barad SJ. Knee extension and its relationship to the slope of the intercondylar roof. Implications for positioning the tibial tunnel in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1995;23:288–94.
- [20] Peyrache MD, Djian P, Christel P, Witvoet J. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone patellar tendon-bone grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:2–8.
- [21] Nebelung W, Becker R, Merkel M. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy* 1998;14:810–5.
- [22] Goldblatt RW, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthroscopy* 2005;21:791–803.
- [23] Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pinczewski LA. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. *Arthroscopy* 2001;17:248–57.
- [24] Poolman RW, Abouali JA, Conter HJ, Bhandari M. Overlapping systematic reviews of anterior cruciate ligament reconstruction comparing hamstring autograft with bone-patellar tendon-bone autograft: why are they different? *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1542–52.
- [25] Poolman RW, Farrokhyar F, Bhandari M. Hamstring tendon autograft better than bone patellar-tendon bone autograft in ACL reconstruction: a cumulative meta-analysis and clinically relevant sensitivity analysis applied to a previously published analysis. *Acta Orthop* 2007;78:705–7.
- [26] Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Piras S, Manunta A, Fabbricciani C. Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy* 2006;22:660–8.
- [27] Charlton WPH, Randolph DA, Lemos S, Shields CL. Clinical outcome of anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled hamstring tendon graft and bioabsorbable interference screw fixation. *Am J Sports Med* 2003;31:518–21.
- [28] Ma CB, Francis K, Towers J, Irrgang J, Fu FH, Harner CH. Hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of bioabsorbable interference screw and endobutton-post fixation. *Arthroscopy* 2004;20:122–8.
- [29] Ahn JH, Park JS, Lee YS, Cho YJ. Femoral bioabsorbable cross-pin fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007;23:1093–9.
- [30] Harilainen A, Sandelin J, Jansson KA. Cross-pin femoral fixation versus metal interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons: results of a controlled prospective randomized study with 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2005;21:25–33.
- [31] Rose T, Hepp P, Venus J, Stockmar C, Josten C, Lill H. Prospective randomized clinical comparison of femoral transfixation versus bioscrew fixation in hamstring tendon ACL reconstruction—a preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:730–8.
- [32] Kobayashi M, Nakagawa Y, Suzuki T, Okudaira S, Nakamura T. A retrospective review of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons fixed with a metal round cannulated interference screw in the femur. *Arthroscopy* 2006;22:1093–9.
- [33] Giron F, Aglietti P, Cuomo P, Mondanelli N, Ciardullo A. Anterior cruciate ligament reconstruction with double-looped semitendinosus and gracilis tendon graft directly fixed to cortical bone: 5-year results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:81–91.
- [34] Jansson KA, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen PT, Aronen HJ, Tallroth K. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. A clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:290–5.
- [35] 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.
- [36] Buelow JU, Siebold R, Ellermann A. A prospective evaluation of tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extracortical versus anatomical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10(2):80–5.
- [37] Klein JP, Lintner DM, Downs D, Vavrenka K. The incidence and significance of femoral tunnel widening after quadrupled hamstring anterior cruciate ligament reconstruction using femoral cross pin fixation. *Arthroscopy* 2003;19:470–6.
- [38] Kuskucu SM. Comparison of short-term results of bone tunnel enlargement between EndoButton CL and cross-pin fixation systems after chronic anterior cruciate ligament reconstruction with autologous quadrupled hamstring tendons. *J Int Med Res* 2008;36:23–30.
- [39] Ugutmen E, Ozkan K, Güven M, Sener N, Altintas F. Early tunnel enlargement after arthroscopic ACL reconstructions. *Acta Orthop Belg* 2007;73:625–9.
- [40] Vadalà A, Iorio R, De Carli A, Argento G, Di Sanzo V, Conteduca F, et al. The effect of accelerated, brace free, rehabilitation on bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using hamstring tendons: a CT study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:365–71.
- [41] Hantes ME, Mastrokalos DS, Yu J, Paessler HH. The effect of early motion on tibial tunnel widening after anterior cruciate ligament replacement using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004;20:572–80.
- [42] Hamada M, Shino K, Horibe S, Mitsuoka T, Miyama T, Shiozaki Y, et al. Single-versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with endobutton femoral fixation: A prospective study. *Arthroscopy* 2001;17:801–7.
- [43] Segawa H, Omori G, Tomita S, Koga Y. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:206–10.

- [44] Chhabra A, Kline AJ, Nilles KM, Harner CD. Tunnel expansion after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous hamstrings: a comparison of the medial portal and transtibial techniques. *Arthroscopy* 2006;22: 1107–12.
- [45] Iorio R, Vadalà A, Argento G, Di Sanzo V, Ferretti A. Bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using autologous hamstring tendons: a CT study. *Int Orthop* 2007;31: 49–55.
- [46] Beaufils P, Hulet C, Dhénain M, Nizard R, Nourissat G, Pujol N. Clinical practice guidelines for the management of meniscal lesions and isolated lesions of the anterior cruciate ligament of the knee in adults. *Orthop Trauma Surg Res* 2009, doi:10.1016/j.otsr.2009.06.002.