
La Reconstruction du Ligament Croisé Antérieur. Quoi de neuf ?

P BEAUFILS

Centre Hospitalier de Versailles
78150 Le Chesnay

Correspondance :
pbeaufils@ch-versailles.fr

Résumé

La ligamentoplastie de substitution du ligament croisé antérieur (LCA) est parfois considérée comme une opération banale. Cependant, les résultats restent incomplets. Le pourcentage de patients classés A en IKDC (International Knee Documentation Committee) dépasse rarement 25% dans la littérature.

Comment les améliorer ? par la technique (type de transplant, téno-dèse latérale associée, plastie double faisceau ? par une meilleure analyse de la laxité initiale qui peut influencer sur les indications ? Par les techniques du futur ? : la biologie cellulaire d'aide à la cicatrisation pour le versant biologique, la chirurgie assistée par ordinateur pour la précision de la pose.

Transplant os – tendon – os, ou tendons ischio-jambiers ? Les résultats sont superposables : à la plastie os-tendon-os, l'avantage d'une laxité mieux contrôlée ; à la plastie aux ischio-jambiers l'avantage de suites plus rapides et de douleurs résiduelles moins fréquentes. En réalité la clé du succès n'est pas au choix du transplant mais au bon positionnement et à la fixation solide de celui-ci, au traitement de toute la laxité, à l'épargne méniscale.

La téno-dèse latérale associée. Son utilité est controversée. Elle est susceptible de diminuer le taux de ressaut et la laxité du compartiment latéral. Elle a une morbidité propre incontestable. Elle peut être utilisée dans les laxités antérieures globales en particulier lorsque cette laxité intéresse surtout le compartiment latéral.

La plastie à double faisceau cherche à mieux reproduire l'anatomie du LCA natif avec ses deux faisceaux antéro-médial et postéro-latéral. Elle vise donc à améliorer le contrôle de la laxité non seulement antérieure mais également rotatoire. Elle utilise habituellement (pour des raisons de facilité technique) les tendons ischio-jambiers. Les études biomécaniques expérimentales ont montré un bénéfice potentiel à l'utilisation de cette plastie ; mais les premières séries cliniques comparatives ne montrent pas de différence avec la plastie mono faisceau « habituelle ».

En conclusion, nos résultats sont encore imparfaits, mais de grands principes sont maintenant établis :

- opérer les jeunes patients actifs pour stabiliser le genou et éviter les lésions méniscales secondaires source d'arthrose ;
- traiter toute la laxité ce qui peut signifier des gestes associés ;
- positionner correctement et fixer solidement le transplant : l'utilisation de la navigation améliorera encore peut-être ce positionnement.

Le respect de ces principes devrait diminuer la fréquence des plasties itératives.

Mots Clés : ACL / ACL reconstruction / Ligament Croisé antérieur / Ligamentoplastie

Abstract

Anterior cruciate ligament reconstruction. Current trends

Anterior cruciate ligament reconstruction is a common procedure. However, results remain often incomplete with an IKDC A score around 25%.

How can those results be enhanced ? By improving our technique? (grafts choice, lateral tenodesis, double bundle reconstruction, ...). By improving the initial assessment of the laxity ?

Bone tendon bone or Hamstrings ? Results are globally similar. BTB reconstruction leads to a better control of the laxity but hamstrings reconstruction allows faster recovery and less residual pain. In fact, success doesn't depend on the choice of the graft but on the right positioning and the strong fixation of the graft, on the control of the whole laxity, and the spare of the menisci.

Associated Lateral tenodesis is controversial. Its goal is to reduce the antero lateral subluxation of the tibia. It has significant morbidity. It should be used in cases of global laxity.

Double bundle reconstruction is of great interest. Its goal is to reproduce the normal anatomy of the ACL, and thus to improve control the laxity, not only in the anterior posterior plane, but also in the rotatory plane. It is performed using hamstrings tendons. Bio-mechanical studies are promising, but preliminary clinical reports did not demonstrate significant improvement in comparison with single bundle reconstruction.

In conclusion, our results are still incomplete, but the main principles are now accepted :

- young active patients should be operated on in order to stabilize the knee and avoid secondary meniscal lesions
- the whole laxity has to be controlled; it means that standard intra articular AL reconstruction is not a universal answer. Associated procedures can be required.
- the graft must be well positioned, and strongly fixed in the bony tunnels. Computer assisted surgery might facilitate the positioning in the near future.

Respect of these principles should reduce the frequency of failures and iterative reconstructions.

Keywords : Anterior cruciate ligament / Ligament reconstruction

La ligamentoplastie de substitution du ligament croisé antérieur (LCA) est souvent considérée comme une opération banale, dont la morbidité est faible, la récupération rapide, et dont les résultats sont considérés comme bons. Toutes les séries font état d'un taux global d'excellents et bons résultats en IKDC A et B entre 85 et 90%. Cependant, malgré la fiabilité et la reproductibilité de la technique, les résultats restent incomplets. Le pourcentage de patients classés A en IKDC dépasse rarement 25% dans la littérature, et le taux de ressauts francs ou bâtarde se situe entre 10 et 20%. Dans notre série [Rouzel communication particulière SFA 2000], la mesure objective au Telos de la laxité pré et post opératoire montrait un gain moyen de seulement 62% sur la différentielle par rapport à la différentielle pré opératoire. Il faut donc savoir rester humble devant ces résultats.

Cette insuffisance de résultats s'explique par un contrôle insuffisant de la laxité en particulier sur le compartiment latéral comme l'ont montré Logan et Freeman dans une étude IRM dynamique [Logan (1)].

Comment les améliorer ? par la technique (type de transplant, ténodèse latérale associée, plastie double faisceau ? par une meilleure analyse de la laxité initiale qui peut influencer sur les indications ? Par des progrès dans le domaine de la biologie cellulaire d'aide à la cicatrisation, dans le domaine mécanique par la chirurgie assistée par ordinateur pour la précision de la pose ?

Type de Transplant

Bien que le fascia lata, ou le tendon quadricipital soient parfois utilisés, la majorité des auteurs utilise le tendon rotulien, ou les tendons ischio-jambiers en 4 brins.

Transplant os – tendon – os, ou tendons ischio-jambiers ? Réalité ou effet de mode ? Ces deux transplants ont une résistance mécanique supérieure à celle d'un LCA natif. Le transplant os-tendon rotulien os a pour lui la fiabilité de la fixation os-os dans les tunnels, mais la possibilité de douleurs antérieures persistantes. Le transplant aux ischio-jambiers a pour lui l'esthétique de la cicatrice, des suites opératoires habituellement plus simples mais une laxité résiduelle en règle plus importante. En réalité, au-delà de considérations subjectives, il n'y a actuellement aucune recommandation disponible sur choix du transplant fondée sur des considérations scientifiques [Spindler (2)]. Les méta analyses récentes [Spindler (2), Hulet (3)], les études récentes avec méthodologie correcte [Aglietti (4), Galaud (5), Laxdel (6)] permettent de conclure que les résultats sont superposables. Dans la méta analyse de Ch Hulet (3) (tableau I) portant sur 11 études avec 597 os-tendon-os et 546 ischio-jambiers, les résultats sont équivalents dans 4 études, en faveur des ischio-jambiers dans 4 études et du transplant rotulien dans 3 études. Il confirme que la plastie os-tendon-os a l'avantage d'une laxité mieux contrôlée (13,6% de ressaut vs 19,3%, p=0,007); et la plastie aux ischio-jambiers l'avantage de douleurs antérieures résiduelles moins fréquentes (17,3% vs 23,2%). Galaud (5) note cependant que cette différence disparaît au-delà de 2 ans avec un taux de douleurs équivalent dans les deux groupes. Enfin, il montre que le taux de ménisectomie secondaire est

Tableau I. Méta analyse de C Hulet portant sur 11 séries (597 tendons rotulliens-546 tendons ischio-jambiers 4 faisceaux)

Auteur	Journal	Type	Faveur
Aglietti	AJSM 94	Consécutif	TR
Aune	AJSM 01	Random.	DIDT
Barrett	Arthroscopy 02	Consécutif	TR
Corry	AMJSM 99	Consécutif	Egal
Ejerhed	AJSM 03	Random.	DIDT
Eriksson	JBJS-B 01	Random.	Egal
Feller	AJSM 03	Random.	TR
Galaud	SFA 04	Random.	Egal
Gobbi	Arthroscopy 03	Consécutif	Egal
Pinczewski	AJSM 02	Consécutif	DIDT
Shaieb	AJSM 02	Random.	DIDT

plus élevé dans le groupe DIDT sans atteindre le taux de significativité.

Ainsi, plutôt que d'opposer tendon rotulien et ischio-jambiers, il convient d'améliorer ce qui peut être amélioré dans chacune de ces deux techniques : prélèvement pour le tendon rotulien, et fixation en particulier tibiale pour les ischio-jambiers.

Les douleurs antérieures après prélèvement rotulien ont plusieurs origines : rarement une tendinite rotulienne, plus souvent des douleurs sur les prélèvements osseux, et enfin des douleurs névromateuses par lésion des rameaux infra patellaires du nerf saphène médial. [Kartus (7)].

Pour limiter ces douleurs, nous proposons de combler la prise de greffe de la tubérosité tibiale antérieure par de l'os spongieux prélevé dans la métaphyse tibiale.

Surtout, nous cherchons à épargner les rameaux infra patellaires du nerf saphène médial : 2 à 4 branches transversales courent entre pointe de rotule et sommet de la TTA en avant du péri-tendon (fig 1a). Leur section entraîne une hypoesthésie latérale constante, parfois des dysesthésies et des douleurs antérieures névromateuses. Nous avons développé une technique de prélèvement sous-cutané du greffon rotulien par deux voies décalées en regard de la rotule et de la TTA (fig 1b). Par une étude anatomique, nous avons confirmé que les branches nerveuses étaient épargnées [Thevenin(8)]. Notre étude clinique confirme la protection des rameaux nerveux [Drain (9)] (tableau II) : la surface d'hypoesthésie est divisée par trois par rapport à une technique standard, et l'agenouillement beaucoup plus aisé.

Tableau II. Comparaison entre voie double et voie unique pour le prélèvement d'un transplant os tendon os en termes de sensibilité normale, surface d'hypoanesthésie et test d'agenouillement

	Sensibilité Normale	Surface	Test d'agenouillement Normal
2 voies	58%	7,56cm ²	46%
1 voie	0%	22,4cm ²	0%

fig 1. Technique de double voie avec prélèvement sous-cutané du transplant rotulien
 a : anatomie des branches infra patellaires du nerf saphène médial qui courent en regard du tendon rotulien
 b : double incision et prélèvement sous-cutané du transplant

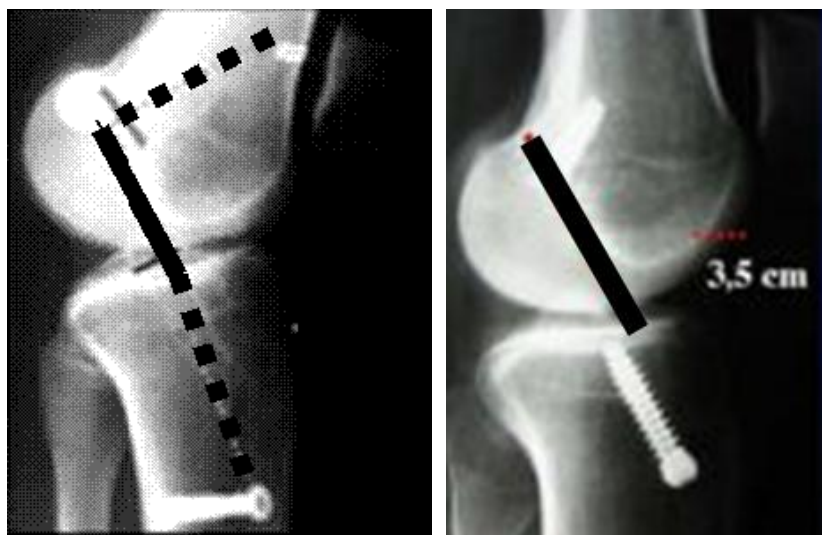
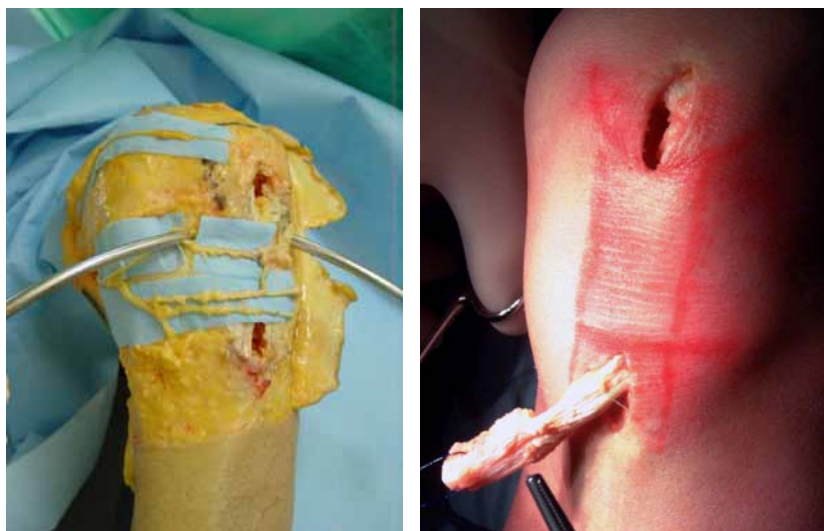


fig 2. a : dans une fixation distale, corticale, la résistance à l'arrachement est élevée mais la longueur du transplant libre (intra articulaire + intracanalair) lui confère une grande élasticité
 b : dans une fixation proximale intracanalair (vis d'interférences), la résistance à l'arrachement est moins bonne, mais la longueur « libre » du transplant est réduite à la portion intraarticulaire et l'élasticité est faible.

La fixation tendon-os pour les ischio-jambiers, constitue le point faible de cette technique, en particulier au tibia. Une fixation corticale distale à distance confère une grande résistance à l'arrachement mais une grande élasticité particulièrement mise en évidence sur les tests cycliques. Une fixation proximale intracanalair (vis d'interférence par exemple) diminue la longueur « libre » du transplant et donc son élasticité (fig 2). En revanche la résistance à l'arrachement est plus faible. C'est donc vers un compromis qu'il faut se tourner qui consiste après fixation fémorale par vis d'interférence à :

- cycler le transplant par 50 mouvements de flexion extension pour se rapprocher de son allongement élastique définitif
- utiliser au tibia une fixation mixte intra canalair (vis) et distale (agrafe ou rondelle)

Quoi qu'il en soit, même si le choix du transplant reste controversé, sans fondement scientifique réel, il apparaît que son choix n'est pas un élément déterminant du succès d'une ligamentoplastie [Spindler (2)].

Ne nous trompons donc pas de combat : la clé du succès n'est pas au choix du transplant mais

- au bon positionnement : 2/3 des échecs de ligamentoplastie ont un mauvais positionnement des tunnels [Menetrey (10)] et la reproductibilité d'un positionnement idéal est médiocre même par un opérateur entraîné [Kohn (11)]
- à la mise en tension initiale [Nicholas (12)] et à la fixation stable et solide dans le temps [Ahmad (13)]
- au traitement de toute la laxité, ce qui suppose une analyse rigoureuse pré opératoire de la laxité dans tous les plans
- à l'épargne du capital méniscal [Beaufils (14)]

Traiter toute la laxité

Un examen minutieux pré opératoire, complété par une laximétrie objective radiographique permet de dépister les rares laxités antéro-postéro-latérales ou les laxités antéro-médiales qui peuvent requérir l'association à la plastie centrale d'une plastie périphérique postéro-latérale ou médiale.

Mais en dehors même de ces cas particuliers, il faut systématiquement se poser la question devant une laxité anté-

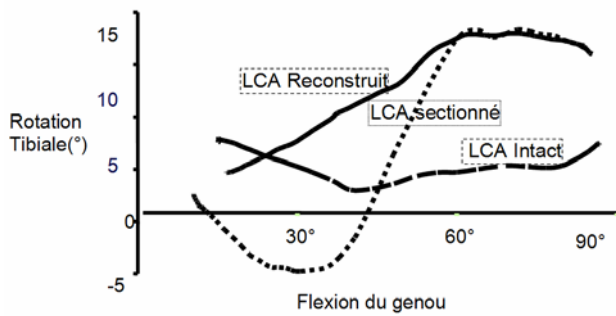


fig 3. effet sur la rotation tibiale de la section du ligament croisé antérieur et de sa reconstruction. La rotation n'est pas contrôlée par la plastie à partir de 30° (d'après Amis (16))

rière apparemment isolée de la nécessité d'un geste plus complexe qu'une reconstruction intra articulaire monofaisceau.

Amis et al. (15) (fig 3) ont montré dans une étude in vitro que la reconstruction monofaisceau du LCA n'était pas en mesure de corriger la laxité rotatoire créée par la section du LCA. Logan et Freeman (1) ont montré sur des IRM dynamiques qu'une plastie intra articulaire n'était pas en mesure de corriger l'avancée du plateau tibial latéral (AJSM 2004). Georgoulis (16) aboutit aux mêmes conclusions par une étude opto électronique in vivo. Se pose donc la question du contrôle de la laxité rotatoire et de son corollaire : le ressaut.

Deux options permettent théoriquement de limiter la laxité rotatoire induite par la rupture du LCA :

- la ténodèse latérale associée à la reconstruction intra articulaire
- la plastie à double faisceau qui cherche à approcher l'anatomie normale du LCA

La ténodèse latérale associée.

Elle est susceptible, en contrôlant la rotation interne du plateau latéral (fig 4a) de diminuer le taux de ressaut, la laxité du compartiment latéral et de protéger le transplant pendant la phase de « ligamentisation »

Tableau III. Laxité différentielle et taux de ressaut résiduel selon qu'une ténodèse latérale a été associée ou non à la plastie intra articulaire. D'après Acquitter (Rev Chir Orthop 2003)

	Isolé	Ténodèse latérale
Laxité diff	1,7±3,3	0,9±1,8
Ressaut	10 cas	4 cas

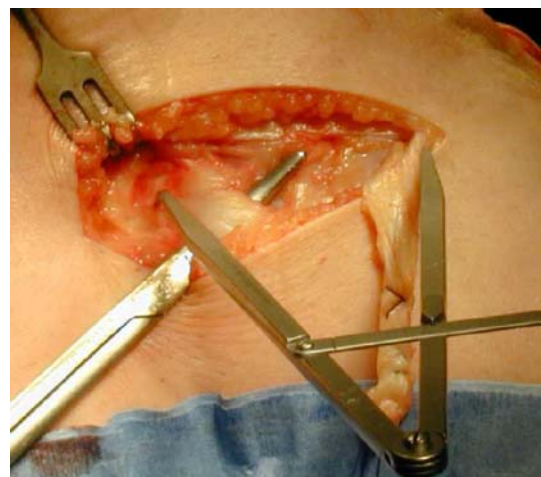
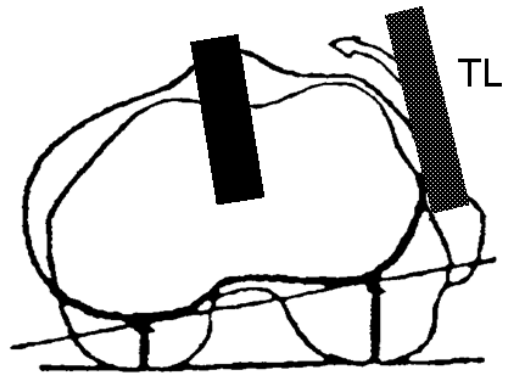
fig 4.

a : la ténodèse latérale (TL) limite la translation antérieure du plateau tibial latérale et sa rotation interne.

b : ténodèse latérale courte selon Christel (genou droit). Le transplant de fascia lata est laissé pédiculé sur le tubercule de Gerdy. Le compas recherche le point isométrique sur le condyle (la paire de ciseaux est passé sous le ligament collatéral latéral pour les besoins de la démonstration)

c : montage final. Le transplant est engagé au point isométrique dans un tunnel borgne et fixé par une vis d'interférence

Nous n'utilisons plus la technique de Lemaire, qui en passant sous l'insertion du ligament collatéral latéral peut entraîner une distension de celui-ci et une décoaptation latérale. Nous utilisons la ténodèse courte décrite par Christel (17) (fig 4b,c) Elle a une morbidité propre incontestable (fréquence des hématomes). Quelle que soit la technique utilisée, les résultats sont controversés : Lerat (18) dans une étude rétrospective trouvait une diminution du taux de ressaut. Acquitter (19) dans une étude prospective comparative ne retrouvait pas de différence significative mais une tendance en faveur de la ténodèse latérale pour un meilleur contrôle du ressaut (tableau III). Nous l'utilisons dans les laxités antérieures globales (différentielle supérieure à 10mm) en particulier lorsque cette laxité intéresse surtout le compartiment latéral (ressaut franc).



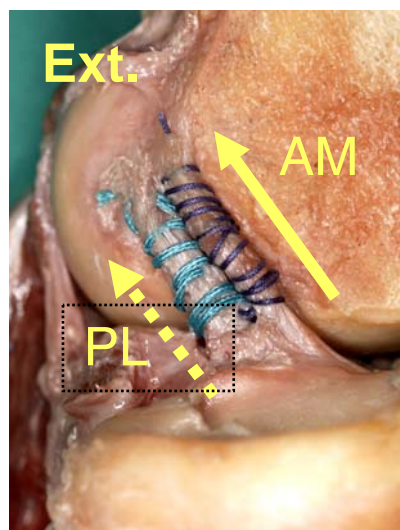


fig 5. Anatomie fonctionnelle du LCA montrant les deux faisceaux antéro-médial et postéro latéral (genou gauche – vue sagittale) (avec l'autorisation de l'ESS-KA Knee Comettee)

La plastie à double faisceau

Elle cherche à reproduire l'anatomie fonctionnelle du ligament croisé antérieur qui comporte deux faisceaux antéro médial et postéro latéral (fig5) [Woo (20), Yagi (21), Sbihi (22)]. Le faisceau antéro médial est tendu pendant tout le mouvement d'extension vers la flexion. Le faisceau postéro latéral se détend en cours de flexion, de plus son orientation oblique d'avant en arrière et de dedans en dehors lui confère un rôle dans le contrôle de la rotation interne du tibia sous le fémur.

En reproduisant ces deux faisceaux, la plastie à 2 faisceaux vise donc à améliorer le contrôle de la laxité non seulement antérieure mais également rotatoire. Elle utilise habituellement (pour des raisons de facilité technique) les tendons ischio-jambiers [Franceschi (23), Marcacci (24), Bellier (25)]. Les études biomécaniques expérimentales ont montré un bénéfice potentiel à l'utilisation de cette plastie ; mais les premières séries cliniques comparatives ne montrent pas de différence avec la plastie mono faisceau « habituelle » [Hamada (26), Franceschi (23), Adachi (27). Seul Yasuda (comm. particulière, Isakos 2005) trouve un avantage sur la laxité résiduelle par rapport à la technique monofaisceau (1,1mm vs 2,8mm au KT1000).

Épargner le capital méniscal

C'est un élément essentiel pour :

- améliorer le contrôle de la laxité résiduel; les ménisques, et en particulier le médial, participent à la stabilité antéro-postérieure du genou ;
- Protéger le cartilage articulaire.

La préservation méniscale passe par :

- la réparation méniscale associée à la reconstruction ligamentaire pour toutes les lésions verticales longitudinales méniscales instables et/ou symptomatiques, à condition qu'elles se situent en zone vascularisée rouge-rouge ou rouge-blanc [Beaufils (14)]. Le taux de méniscectomie secondaire dans l'étude rétrospective de la SFA était de 23% [Ait Si Selmi (27)]. Avec les techniques actuelles, ce taux est en baisse [Panarella et Beaufils (28)] ;

- l'abstention : la lésion méniscale est laissée en place lorsqu'elle est peu étendue, c'est-à-dire stable au cours de la reconstruction du LCA. L'indication d'abstention peut être poussée plus loin au ménisque latéral qu'au ménisque médial [Ait Si Selmi (27)].

Les méniscectomies dans le cadre d'une reconstruction du LCA doivent donc être le plus rares possibles.

Quels patients opérer

Nous devons balancer entre le risque d'une chirurgie excessive et le risque de laisser évoluer un genou spontanément vers la dégradation.

La réintervention précoce protège du risque de réintervention dans une population jeune et active [Dunn (29)] ; elle réduit le risque d'instabilité, de lésion méniscale, et de chirurgie secondaire [Fithian (30)]

Pour ces raisons, il paraît raisonnable de proposer une reconstruction ligamentaire quasi « systématique » chez les jeunes patients actifs. Pour les autres, l'indication chirurgicale s'appuie sur l'instabilité fonctionnelle et/ou l'existence d'une lésion méniscale symptomatique réparable.

Le Futur

Il est bien difficile de dire aujourd'hui de quoi sera fait demain.

Deux orientations, encore au stade expérimental, permettent d'espérer à moyen terme une amélioration des résultats : la biologie et la mécanique :

- la biologie concerne l'aide à la cicatrisation : des études expérimentales sont menées chez l'animal sur le rôle des facteurs de croissance [Weiler (31)] ;
- la mécanique : la navigation permet théoriquement une approche plus précise du positionnement des tunnels [Plaweski (32)]. Elle permet également de mesurer en per opératoire la laxité non seulement antéro-postérieure mais également rotatoire [Colombet (33)]. Cette nouvelle approche sera peut-être d'un grand intérêt pour affiner les indications chirurgicales et évaluer in vivo l'effet sur la laxité de tel ou tel type de reconstruction ligamentaire.

Conclusion

Nos résultats sont encore imparfaits, mais de grands principes sont maintenant établis :

- opérer les jeunes patients actifs pour stabiliser le genou et éviter les lésions méniscales secondaires source d'arthrose ;
- traiter toute la laxité ce qui peut signifier des gestes associés ;
- positionner correctement et solidement le transplant : l'utilisation de la navigation améliorera encore peut-être ce positionnement.

Le respect de ces principes devrait diminuer la fréquence des plasties itératives.

Références

1. Logan MC, Williams A, Lavelle J, Gedroyc W, Freeman M. Tibio-femoral kinematics following successful anterior cruciate ligament reconstruction using dynamic multiple resonance imaging. *Am J Sports Med.* 2004; 32:984-92.
2. Spindler KP, Kuhn JE, Freedman KB, Matthews CE, Dittus RS, Harrel FE. Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. *Am J Sports Med.* 2004 ;32:1986-95.
3. Hulet Ch, Lebel B, Burdin G, Regeasse A, Galaud B, Locker B, Vielpeau C. Méta analyse comparant le tendon rotulien et les tendons de la patte d'oie dans le traitement des laxités antérieures chroniques. *Rev Chir Orthop* 2005, 91, suppl 6, S149
4. Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:2143-55.
5. Galaud B, Burdin G, Michaut M, Hulet C, Locker B, Vielpeau C. Reconstruction du ligament croisé antérieur sous arthroscopie : tendon patellaire versus tendons de la patte d'oie : étude prospective et randomisée de 100 cas. *Rev Chir Orthop* 2005, 91, suppl 6, S148
6. Laxdal G, Kartus J, Hansson L, Heidvall M, Ejerhed L, Karlsson J. A prospective randomized comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring grafts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005 ;21:34-42.
7. Kartus J, Ejerhed L, Sernet N, Sveinbjörn B, Karlsson J. Comparison of traditional and subcutaneous patellar tendon harvest. *Am J Sports Med* 2000 ;28 :328-35.
8. Thevenin Lemoine C, Boggione C, Gagey O, Beaufils P. Préservation des rameaux infrapatellaires du nerf saphène pour un mini abord lors des ligamentoplasties du genou de type os-tendon-os. Etude cadavérique. *Rev Chir Orthop* 2004 ; 90 : 187
9. Drain O, Thevenin Lemoine C, Boggione C, Charrois O, Boisrenoult P, Beaufils P. Reconstruction du ligament Croisé Antérieur par transplant os-tendon-os : technique par double voie et prélèvement sous-cutané. *Rev Chir Orthop* 2005, 91, suppl6, S146
10. Menetrey J. The use of CAOS (computer assisted orthopaedic surgery system) to evaluate the intra and inter surgeon reliability in tunnel placement for ACL reconstruction ESSKA 2004 - Athens
11. Kohn D, Busche T, Carls J. Drill Hole position in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Results of an advanced arthroscopy course. *Knee Surg Sp Trauma Arthr* 1998, 6 suppl 1, S13-15
12. Nicholas SJ, D'Amato MK, Mullaney MJ, Tyler TF, Kolstad K, Mc Hugh MP. A prospectively randomized double-blind study on the effect of initial graft tension on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004; 32:1881-6.
13. Ahmad CS, Gardner TR, Groh M, Arnouk J, Levine WN. Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004; 32:635-40.
14. Beaufils P. Traitement Moderne des Lésions Méniscales. In Conférences d'Enseignement de la Sofcot, J Duparc Ed, Paris : Elsevier ; 2003. p.69-88
15. 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.* 1991 ;73:260-7.
16. Kurz MJ, Stergiou N, Buzzi UH, Georgoulis AD. The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on lower extremity relative phase dynamics during walking and running. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005 13:107-15.
17. Christel P, Djian P. Plastie extra articulaire antéro latérale du genou utilisant une ténodèse courte au fascia lata. *Rev Chir Orthop* 2002, 88, 508-13
18. Lerat JL, Mandrino A, Besse JL, Moyen B, Brunet-Guedj E. Influence d'une ligamentoplastie extra articulaire externe sur les résultats de la reconstruction du ligament croisé antérieur avec le tendon rotulien, après quatre ans de recul. *Rev Chir Orthop* 1997, 83, 591-601
19. Acquitter Y, Hulet C, Locker B, Delbarre JC, Jambou S, Vielpeau C. Intérêt d'une plastie extra articulaire dans le traitement des laxités antérieures chroniques du genou par une autogreffe de tendon rotulien. *Rev Chir Orthop*, 2003, 89, 413-22
20. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J et al. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. *J Bone Joint Surg (Am)* 2002, 84, 907-14
21. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL. Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sp Med* 2002, 30, 660-6
22. Sbihi A, Franceschi JP, Christel P, Colombet P, Djian P, Bellier G. Reconstruction du ligament croisé antérieur par greffe de tendons de la patte d'oie à un ou deux faisceaux. *Rev Chir Orthop* 2004, 90, 643-50
23. Franceschi JP, Sbihi A, Champsaur P. Reconstruction arthroscopique à double faisceau antéro-médial et postéro latéral du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 2002, 88, 691-7
24. Marcacci M, Molgona AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy.* 2003 ;19:540-6
25. Bellier G, Christel P, Colombet P, Djian P, Franceschi JP, Sbihi A. Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2004 ;20: 890-4.
26. Hamada M, Shino K, Horibe S, Mitsuoka T, Miyama T, Shiozaki Y, Mae T. 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.
27. Ait Si Selmi T, Hulet C. Résultats des réparations méniscales genoux laxes in « La Réparation méniscale » sous la direction de P Beaufils et X Cassard. *Annales de la Société Française d'Arthroscopie, Rev Chir Orthop* 2004 ; 90, suppl 8, S64-67
28. Panarella L, Charrois O, Pujol N, Boisrenoult P, Beaufils P. Résultats fonctionnels à 1 an de la réparation méniscale : étude prospective sur 41 ménisques. *Rev Chir Orthop* 2005, 91, suppl 6, S77
29. Dunn WR, Lyman S, Lincoln AE, Amoroso PJ, Wickiewicz T, Marx RG. The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on the risk of knee reinjury. *Am J Sports Med.* 2004 ;32:1906-14.
30. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Luetzow WF, Csintalan RP, Phelan D, Daniel DM. Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Am J Sports Med.* 2005 ;33:335-46.
31. Weiler A. The effect of growth factors on biomechanical properties of the BPTB Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sp Med* 2004 ;32 :870
32. Plaweski S, Rossi J, Cazal J, Merloz P, Julliard R. Anatomie Informatique du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 2005 ; 91, suppl 6, S160
33. Colombet P, Allard M. L'assistance informatique à la chirurgie du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 2004, 90, suppl 8, S21-29

Discussion

Intervention de D Goutallier

Peut-on revenir à la suture du ligament croisé antérieur ?

Réponse de P Beaufils

La suture du ligament croisé antérieur, excepté les très rares avulsions vraies à l'insertion osseuse, est vouée à l'échec en raison de la pauvreté vasculaire du LCA rompu il n'y a donc plus pour nous d'indication à une suture en urgence du ligament croisé antérieur

Intervention de JY Nordin

Dans les ruptures partielles quel est le faisceau du ligament croisé antérieur rompu ?

Réponse de P Beaufils

Le faisceau habituellement rompu est le faisceau antéro-médial dans un mouvement en hyperextension (celui qui contrôle la translation antérieure) et le faisceau postéro latéral dans un mouvement forcé de rotation interne (celui qui contrôle la rotation, dans une position proche de l'extension)

Intervention de JY Lerat

Dans les ruptures des ligaments croisés antérieurs une série ancienne actuellement en cours montre une nette supériorité des résultats quand la laxité externe a été traitée.

Réponse du Dr Beaufils

Il s'agit d'une série lyonnaise qui montre la supériorité de la ténodèse latérale associée lorsque la laxité du compartiment externe est importante. Dans cette controverse sur l'intérêt de la ténodèse latérale associée, cette étude est très importante pour nous conforter dans l'utilisation de cette ténodèse latérale dans certains cas, qui représentent environ 20% de nos indications.

Intervention de JD Picard

Peut-on individualiser les deux faisceaux du LCA en IRM ?

Réponse de P Beaufils

A ma connaissance, il est difficile de repérer en IRM les deux faisceaux.