

LES PROTHÈSES DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR : ANALYSE D'UN ÉCHEC

M. DE SMEDT

SUMMARY : *Anterior cruciate ligament prosthesis : analysis of a failure.*

Prosthetic ligaments of the knee have been very popular in the eighties. It took a number of years to become aware of the fact they are unable to provide long term stability to the knee joint. This report reviews the development of these prostheses, and tries to analyze the reasons for their failure and to find out why it took such a long time to demonstrate this failure, in order to draw a lesson from the past.

Keywords : knee joint ; anterior cruciate ligament ; prosthesis ; reconstruction.

Mots-clés : genou ; ligament croisé antérieur ; ligament artificiel ; reconstruction.

INTRODUCTION

La pratique sportive ne cesse d'augmenter depuis plusieurs décennies avec comme conséquence une augmentation des lésions de l'appareil locomoteur. Le genou, et en particulier le ligament croisé antérieur, font partie des structures les plus souvent atteintes. Les patients, parfois inconscients des risques, sont désireux de reprendre leurs activités le plus rapidement possible. Pourquoi n'y arriveraient-ils pas puisque les sportifs de compétition reviennent sur le devant de la scène en des temps records ?

Au début des années 80, la chirurgie du ligament croisé antérieur impliquait une intervention relativement lourde et une immobilisation prolongée avec comme corollaire une rééducation longue et parfois difficile.

Avec l'apparition des ligaments artificiels, la solution à ces problèmes semblait trouvée. En effet, ces prothèses solides d'emblée permettent une rééducation immédiate et une reprise rapide des activités sportives, d'autant plus qu'elles dispensent de prélever d'autres tissus avoisinants, ce qui risque de déformer encore la stabilité du genou. La mise en place de ces prothèses est simple, rapide et peut se faire par arthroscopie, ce qui est nouveau à cette époque.

Les premières études présentent de bons résultats, les quelques échecs étant attribués à la courbe d'apprentissage. Il n'existe dès lors plus d'obstacle au développement de nombreuses prothèses qui sont posées chez d'innombrables patients.

Cependant, ces premières études avaient toutes un recul faible, et elles manquaient de rigueur scientifique (absence d'étude randomisée, populations inhomogènes, évaluations optimistes des résultats...). Ainsi, à mesure que les années passent et que les séries deviennent plus importantes, les bons résultats initiaux ne sont pas retrouvés par tous les auteurs, et surtout le taux d'échecs et de complications ne cesse d'augmenter avec le temps.

Vu leur taux d'échecs et de complications très élevé, ces prothèses sont maintenant (pratiquement) abandonnées par tous les chirurgiens, mais ces mauvais résultats auraient pu être connus depuis longtemps si les premiers auteurs avaient

Centre d'Orthopédie et de Traumatologie, 10, avenue Baumann, 67400 Illkirch, France.

Correspondance et tirés à part : Marc De Smedt, 19, Rue Franck, 4623 Magnée Belgique.

pris la peine de publier leurs résultats à long ou même à moyen terme.

Le but de cet article est de faire, après une synthèse théorique sur les prothèses ligamentaires, une analyse critique de la littérature afin de pouvoir tirer les leçons du passé.

LES LIGAMENTS ARTIFICIELS : GÉNÉRALITÉS

Mode d'utilisation des matériaux synthétiques

L'utilisation des matériaux synthétiques peut prendre plusieurs formes :

- *comme prothèse de remplacement définitive* du ligament croisé antérieur : le ligament artificiel va remplacer seul le ligament croisé ; il faut donc que ses propriétés mécaniques se rapprochent le plus possible de celles du ligament naturel, mais aussi que ces caractéristiques se maintiennent avec le temps car l'utilisation quotidienne du genou va provoquer une usure progressive de la prothèse qui aboutira à sa rupture à plus ou moins longue échéance. Ces implants sont représentés principalement par les ligaments Stryker, Proflex et Gore-Tex.

- *comme tuteur* guidant et stimulant la formation d'un nouveau ligament : celui-ci doit prendre progressivement les contraintes supportées au départ par l'implant. Il est donc nécessaire que la prothèse soit suffisamment solide au départ pour assurer seule la stabilité du genou, et qu'elle soit remplacée par un tissu fibreux de qualité suffisante pour pouvoir résister de manière durable. Ces implants sont représentés par le ligament de Leeds-Keio et par les fibres de carbone qui, elles, ont été abandonnées il y a plus longtemps car on s'est rendu compte rapidement qu'en se fragmentant, elles provoquaient des synovites et que des particules de carbone se disséminaient à distance.

- *comme renfort temporaire* d'une plastie autologue : l'implant doit être utilisé conjointement à une plastie autologue qu'il va renforcer et protéger durant la période critique de revascularisation et de remodelage du greffon, permettant une reprise précoce des activités. Le renfort le plus connu est le Kennedy-LAD. Les renforts ligamentaires sor-

tent du cadre de cette revue et ne seront pas abordés en détail.

CARACTÉRISTIQUES DES PROTHÈSES LES PLUS UTILISÉES

Deux matériaux ont été principalement utilisés pour la fabrication des ligaments artificiels :

- *le polyester ou téréphtalate de polyéthylène* qui est utilisé depuis 1950 dans la fabrication des prothèses vasculaires et qui compose les ligaments Stryker, Leeds-Keio, Proflex, ABC, Ligastic...

- *le Téflon ou polytétrafluoréthylène* largement diffusé dans l'industrie textile, est utilisé depuis 1975 en chirurgie vasculaire et sert à la fabrication du ligament Gore-Tex.

Le ligament Dacron de Stryker

Commercialisé depuis 1984, il est constitué d'une enveloppe tricotée contenant 4 bandes tissées avec au sein de chacune d'elle un fil radio-opaque destiné à être le témoin de rupture. Ce ligament a été proposé au départ comme un tuteur mais devant l'absence de formation d'un néoligament efficace, il a été utilisé comme prothèse. Il doit idéalement être posé en suivant une position passant par le sommet de l'échancre. La fixation se fait à chaque extrémité par une agrafe.

Le ligament de Leeds-Keio

Ce ligament tissé, classé parmi les tuteurs, possède une partie centrale tubulaire. La mise en place se fait via 2 tunnels osseux et la fixation par 2 chevilles osseuses, prélevées sur les trajets des tunnels osseux et enchâssées dans la poche prévue à chaque extrémité du ligament. Dans le protocole initial, le patient devait être plâtré durant 6 semaines en postopératoire, l'appui étant autorisé à la douzième semaine. Bien peu d'équipes ont suivi ce protocole astreignant, qui a été abandonné même par les promoteurs.

Le ligament Gore-Tex

Il est commercialisé depuis 1985 et a été utilisé principalement aux États-Unis. Il est constitué

d'une structure multi-filamenteuse organisée en une tresse. Les extrémités se terminent par un oeillet afin de permettre la fixation du ligament par une vis. Vu son volume important, une prothèse de deuxième génération plus compacte et encore plus résistante a été mise au point. La mise en place se fait suivant un trajet passant par le sommet de l'échancrure.

Le ligament Proflex

Il se compose de 15 couches tubulaires de 30 filaments tressés dont l'arrangement spatial se modifie lors de sa mise en tension. Le premier modèle a été abandonné, à cause d'un fluage trop important, au profit d'un deuxième ligament ayant reçu une précontrainte de 2400 N. La mise en place se fait suivant un trajet passant par le sommet de l'échancrure et le ligament est fixé sous une tension de 80 à 100 N, grâce à une agrafe à chacune de ses extrémités.

Caractéristiques mécaniques des différents ligaments

Le tableau I reprend les caractéristiques mécaniques des différentes prothèses, comparées aux caractéristiques du ligament croisé antérieur d'un sujet jeune [37]. Les chiffres cités sont ceux des fabricants et il convient donc de les prendre avec prudence, principalement en ce qui concerne la rigidité qui est proportionnelle à la longueur testée. Or, cette longueur n'est pas toujours précisée et

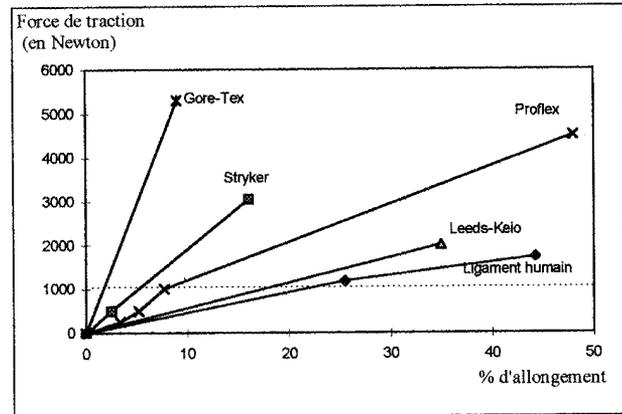


Fig. 1. — Courbe contrainte déformation des différents ligaments. Les valeurs pour le ligament croisé antérieur sont celles pour les patients jeunes [37]. Une remarque importante est à faire concernant l'aspect de ces courbes, puisque dans la plupart des cas elles sont tracées en utilisant uniquement l'allongement à la rupture, cependant des mesures intermédiaires ne pourraient que majorer encore la différence avec le ligament croisé antérieur comme le montrent les mesures intermédiaires réalisées pour le ligament Proflex.

si elle l'est, elle n'est pas toujours égale à celle du ligament croisé antérieur.

Si toutes les prothèses sont beaucoup plus solides que le ligament croisé antérieur humain, excepté le ligament de Leeds-Keio, elles s'allongent beaucoup moins surtout en-dessous de 1000 N, zone de sollicitation la plus fréquente du ligament croisé antérieur (figure 1).

Revue de la littérature

Faire une comparaison directe des résultats des différentes prothèses et même des différentes études

Table I. — Caractéristiques mécaniques du ligament croisé antérieur (LCA) du sujet jeune [37] et des différents ligaments artificiels (valeurs communiquées par les fabricants) (N.C. = non communiqué ; N = Newton)

	LCA humain	Stryker	Leeds-Keio	Gore-Tex	Proflex
Charge de rupture en traction	1730 N	3045 N	2000 N	5300 N	4500 N
Elongation à la rupture	44,3%	15 à 17%	30%	8 à 10%	48%
Rigidité	140 N/mm	420 N/mm	180 N/mm	322 N/mm	280 N/mm
Elasticité	25,5% (1170 N)	2,3% (500 N)	N.C.	N.C.	5,2% (500 N)
Fluage	Sans objet	1% (10 ⁶ cycles)	N.C.	3% (3 10 ⁷ cycles)	2% (10 ⁷ cycles)

concernant la même prothèse est difficile. En effet, outre la prothèse, de nombreux autres facteurs importants varient d'une série à l'autre : les populations sont rarement identiques et homogènes en ce qui concerne leur niveau sportif, le délai entre l'accident et la pose de la prothèse, les lésions associées, les autres interventions de stabilisation éventuellement réalisées ; la technique opératoire varie selon l'auteur ; les protocoles de rééducation sont différents.

De plus, les scores d'évaluation tant subjectifs qu'objectifs, mais surtout les interprétations qu'en font les auteurs varient considérablement, de sorte qu'il n'est pas toujours possible de trouver des données aussi simples que le nombre de ligaments réellement rompus ou efficaces.

Le tableau II reprend les principales caractéristiques des différentes études publiées. La première constatation est le faible recul de la plupart des études. En effet 56% des études ont un recul moyen inférieur à trois ans ; 32% ont un recul compris entre 3 et 5 ans et seuls deux travaux récents ont un recul supérieur à 5 ans. D'un autre côté, plusieurs auteurs ont constaté que les résultats se dégradent à partir de la deuxième année. Ainsi le taux moyen d'échec passe de 8,85% pour les études avec un recul inférieur ou égal à deux ans à 19,55% pour les études ayant deux à cinq ans de recul.

A l'exception de Gillquist *et coll.* [19, 20, 31] qui présentent leurs résultats à 2, 5 et 9 ans, aucun auteur n'a refait une publication pour présenter ses résultats avec un plus long recul. De telles études, si elles avaient été réalisées, auraient permis de se rendre compte beaucoup plus tôt des mauvais résultats.

Le ligament en Dacron Stryker

Ce ligament a d'abord été proposé pour les reprises d'échecs d'autres techniques de ligamentoplastie, puis, devant les premiers échecs, les indications ont évolué vers l'utilisation en première intention chez des patients sportifs puis chez des non sportifs. Le tout est de savoir si ces patients ont réellement besoin d'une stabilisation chirurgicale de leur genou.

Le ligament Gore-Tex

L'histoire de ce ligament commence en 1985, lorsque Bolton *et al.* présentent les caractéristiques biomécaniques du ligament démontrant sa solidité et rapportent les résultats de son implantation chez 17 moutons [8]. La survie du ligament Gore-Tex chez l'homme est estimée selon les auteurs à environ 6×10^8 cycles soit, si l'on s'en tient à une moyenne annuelle de $4,2 \times 10^6$ cycles, une longévité de plus de 140 ans ! Les survies réelles sont très nettement en-dessous de ce chiffre, ce qui montre bien la prudence qu'il faut garder devant de telles études biomécaniques.

Si, dans l'ensemble, les résultats sur la stabilisation du genou semblent un peu meilleurs que pour les autres ligaments, deux auteurs [10, 49] retrouvent un taux d'échec à 4 et 5 ans d'environ 30%. De plus, les synovites semblent plus fréquentes dans ces études que pour les autres ligaments.

Le ligament Leeds-Keio

En dehors du promoteur de la technique [16], un seul auteur a observé la néoformation d'un ligament efficace [32] mais au prix d'une immobilisation de 6 semaines et d'une mise en décharge de 2 mois ce qui est impensable dans la chirurgie du genou que l'on veut avant tout fonctionnelle.

Il est intéressant de constater que le promoteur change régulièrement de technique puisqu'à une plastie intra-articulaire simple avec immobilisation prolongée il ajoute rapidement un retour externe extra-articulaire, puis celui-ci est abandonné, tandis qu'une allogreffe de fascia lata est ajoutée afin de pouvoir entreprendre une rééducation rapide [15, 17].

Autres prothèses

De nombreuses autres prothèses ont été décrites avec un nombre très restreint de publications, faisant penser que ces prothèses ont eu un impact limité et ont probablement été abandonnées, certaines ne dépassant même pas le stade de l'expérimentation animale. Ces prothèses sont le Kevlar

Tableau II : Tableau récapitulatif des principales publications concernant des séries de ligaments artificiels. Niveau sportif CLAS : Compétition, Loisir, Actif, Sédentaire - N.C. : non communiqué - GT : Gore-Tex - LK : Leeds-Keio - TR : Tendon Rotulien - K-LAD : Kennedy-LAD

Stryker										
Auteurs	Date publication	Type d'étude	Population : - Niveau CLAS (%) - % lésions aiguës / chroniques (A/C :%)	Recul (mois)	Nombre de ligaments	Complications principales	Taux Échec	Score subjectif	Remarques Conclusions	
Bahaud <i>et al.</i> [5]	1987	N.C.	- N.C. - N.C.	> 24	47	6,2% synovite	4,2%	18% mauvais résultats	Ne pas utiliser chez les polyopérés. Prudence chez les autres	
Gillquist [20]	1987	Prospective	- N.C. - 14% A/86% C	< 24	76	1,3% arthrite 1,3% fistule	6,6%	Lysholm 93	<i>Pus de mesure de la laxité</i>	
Baudry [7]	1988	N.C.	- 82% C-11% L-7% A - 38% A/62% C	12	100	2% synovite	17%	93% TB et B	Échecs attribués à la courbe d'apprentissage et au tunnel condylien	
Lukianov <i>et al.</i> [30]	1989	Prospective Multicentrique	- N.C. - 29% A/71% C - 40% reprises	21	80	2,5% synovite 3,8% arthrite	8%	63% TB et B	<i>Testing manual seal</i> OK chez patients peu sportifs 2 techniques op. différentes	
Noble [36]	1989	N.C.	- N.C. - 100% C	44	119	16% synovite 1% arthrite	10%	N.C.	Complications fréquentes 30% problèmes	
Lopez-Vasquez <i>et al.</i> [29]	1991	N.C.	- N.C. - 35% A/65% C	51	54	26% synovite 3,7% arthrite	23%	Lysholm : 75	Dégradation des résultats entre 2 et 4 ans	
Jenny <i>et al.</i> [24]	1991	Rétrospective	- N.C. - N.C.	28	40	20% synovite	38%	Lysholm 89,7	Trop rigide	
Richmont <i>et al.</i> [43]	1992	Prospective	- N.C. - 11% A/89% C - 40% reprises	50	35	14,3% synovite 2,8% arthrite	37%	Lysholm 84	Dégradation après 2 ans Échec plus fréquent si reprise	
Andersen <i>et al.</i> [4]	1992	Prospective	- 42% C-53% L-5% A - 100% C	34	57	1,8% synovite 1,8% arthrite	10%	71% TB et B	25% de Lachman ++ et +++ 66% de tiroir ant. > 5 mm	
Klein <i>et al.</i> [27]	1992	N.C.	- 84% C-14% L-2% A - N.C.	52	58	22,4% synovite	28%	69% TB et B	14 patients exclus pour technique non conforme 2 techniques op. différentes OK chez patients peu actifs mais voir à long terme	
Wilk <i>et al.</i> [47]	1993	Prospective Multicentrique	- N.C. - 100% C - 40% reprises	90	84	2,4% synovite 2,4% arthrite	36%	74% TB et B		
Barrett <i>et al.</i> [6]	1993	N.C.	- N.C. - 100% C	47	40	15% synovite 2,5% arthrite	18%	Lysholm : 89		
Gillquist <i>et al.</i> [19]	1993	Prospective	- N.C. - 14% A/86% C	60	70	1,4% arthrite 1,4% fistule syn.	24%	55% TB et B Baisse niveau sportif	survie de 50% = 12 ans Mieux que GT Idem plastie autologue	
Maletius <i>et al.</i> [31]	1997	Prospective	- N.C. - 14% A/86% C	108	70	53% complication ou réopération	55%	23% TB et B	Taux de survie de 50% = 9 ans	

Gore-Tex										
Auteurs	Date publication	Type d'étude	Population : - Niveau CLAS (%) - % lésions aiguës / chroniques (A/C :%)	Recul (mois)	Nombre de ligaments	Complications principales	Taux Echec	Score subjectif	Remarques Conclusions	
Ahfield <i>et al.</i> [3]	1987	Prospective	-100% L -100% C -100% reprises	24	30	23% synovite 3,3% arthrite	6,7%	83% satisfaits	Gore-Tex mieux que Proplast (<i>La 1/2 vie du Proplast est de 13 mois !</i>)	
Friedman [13]	1988	N.C.	- N.C. - N.C.	N.C.	103	5% synovite 1% raideur	3%	8% instabilité subjective	<i>Pas d'étude de la laxité</i>	
Glouzman <i>et al.</i> [21]	1988	Prospective	- 70% L - 30% A - 100% C	18	82	4,9% synovite 1,2% arthrite 1,2% raideur	7,3%	89% satisfaits	Indication = patient peu sportif avec échec d'une autre plastic	
Indelicato <i>et al.</i> [23]	1989	Prospective	- N.C. - 21% A / 79% C	24	39	23% synovite 2,6% arthrite	10,3%	87% bons résultats	résultats à 2 ans = plastic autologue	
Markolf <i>et al.</i> [33]	1989	Prospective	- N.C. - 100% C	24	31	N.C.	N.C.	96% améliorés	Laxité inchangée Bonne impression subjective liée à l'arrêt dur du ligament	
Wood <i>et al.</i> [49]	1991	Prospective	- N.C. - 15% A / 85% C	48	33	28% synovite 3% arthrite	33%	Lysholm 90	Augmentation des échecs entre 4 et 6 ans. Prothèse à améliorer	
Bowyer <i>et al.</i> [9]	1991	N.C.	- 100% C - 100% C	18	22	18% synovite 4,5% arthrite	22,7%	63% retour à la compétition		
Sledge <i>et al.</i> [46]	1991	N.C.	- N.C. - N.C. - 25% reprises	54	60	5% synovite 5% arthrite	13,3%	Lysholm 87,7	Ruptures entre 3 et 5 ans	
Johnson <i>et al.</i> [25]	1991	N.C.	- N.C. - N.C.	N.C.	63	11% synovite	5%	94% satisfaits	Pour patients peu sportifs	
Paulos <i>et al.</i> [40]	1992	N.C.	- N.C. - 19% A / 81% C	48	188	34% synovite 2,7% arthrite	16%	88% d'amélioration	Peu d'indication	
Kulthaman [28]	1992	Prospective	- N.C. - N.C.	16	34	12% synovite	2,98%	97% satisfaits	Prudent sur le long terme	
Dahlsstedt <i>et al.</i> [10]	1993	Prospective randomisée	- N.C. - N.C.	59	18 GT 23 K-lad	GT 16,7% synovite Kennedy-LAD 21,7% raideur	GT 27,8% KLAD 0%	GT Lysholm 89 K-LAD Lysholm 98	GT non recommandable. K-LAD est-il utile ?	

Leeds-Keio									
Auteurs	Date publication	Type d'étude	Population : - Niveau CLAS (%) - % lésions aiguës / chroniques (A/C :%)	Recul (mois)	Nombre de ligaments	Complications principales	Taux d'échec	Score subjectif	Remarques Conclusions
Fujikawa [15]	1989	N.C.	- N.C. - N.C.	36	146		5,6%		2 techniques différentes : LK simple puis LK avec retour externe
Fujikawa <i>et al.</i> [17]	1991	Rétrospective	- N.C. - N.C.	22	69	Quelques petits épanchements	1,4%		LK + fascia lata
Jenny <i>et al.</i> [24]	1991	Rétrospective	- N.C. - N.C.	20	25	20% synovite 5% arthrite	35%	Lysholm 89,7	A abandonner
Mc Loughlin <i>et al.</i> [34]	1992	N.C.	- N.C. - 100% C.	44	25	4% arthrite	20%	Lysholm : 77,6	Bonne alternative
Engström <i>et al.</i> [12]	1992	Prospective randomisée	- N.C. - 100% C.	28,5	29 LK 26 TR		59% 8%	Scores IKDC et Lysholm : LK = TR	Scores subjectifs égaux car mauvaise stabilité du LK compensée par douleurs au site de prélèvement du TR
Radning <i>et al.</i> [41]	1995	N.C.	- N.P. - 100% C.	24	24		37,5%	Lysholm : 82	A abandonner
Proflex									
Jenny <i>et al.</i> [24]	1991	Rétrospective	- N.C. - N.C.	20	14		7%	Lysholm 92,4	Évaluation à long terme nécessaire
Raynaud <i>et al.</i> [42]	1993	N.C.	- 65% C - 35% L - 100% C	28	31 Pr. 15 divers	2% arthrite 4% synovite	40%	Lysholm : 85	A abandonner

49, le Terylène, le Ligastic 60 NEF, la prothèse Westminster, la prothèse Trevira et le ligament ABC.

Complications propres aux ligaments artificiels

En plus des complications habituelles des ligamentoplasties du ligament croisé antérieur, comme la raideur ou la récurrence de la laxité, un certain nombre de complications sont spécifiques aux ligaments artificiels.

– **Les synovites** : il s'agit de la principale complication des ligaments artificiels survenant avec une fréquence de 0 à plus de 30% selon les auteurs. Il existe 3 types de synovites [18] :

Les synovites d'adaptation : la mise en place de matériel artificiel dans le genou induit une réaction inflammatoire aboutissant à la formation d'une couche fibreuse autour du ligament, réaction qui peut s'accompagner d'un épanchement liquidien. Cette synovite ne doit pas durer plus de trois mois.

Les synovites mécaniques : elle apparaissent plus tardivement et peuvent devenir chroniques. Elles sont probablement provoquées par des particules du ligament libérées dans l'articulation. Elle imposent parfois l'ablation de la prothèse.

Les synovites d'intolérance vraie : d'apparition rapide et fulgurante, elles prennent l'aspect d'une arthrite septique avec température, asthénie et amaigrissement. La ponction ramène un liquide purulent qui reste stérile. Elles sont vraisemblablement provoquées par une réaction immuno-allergique déclenchée par le ligament ou des résidus de fabrication. Le seul traitement est l'ablation rapide de la prothèse.

– **Les ruptures** : en plus de l'usure mécanique progressive, les prothèses sont particulièrement sensibles à l'abrasion qui peut se produire soit au niveau de l'échancrure intercondylienne (raison pour laquelle il est souvent conseillé de pratiquer une plastie de l'échancrure) soit sur les rebords osseux du ou des tunnels (figure 2).

– **Les infections** : la prothèse constitue un matériau inerte qui se défend mal contre l'infection. La fréquence de cette complication varie de 0 à 5%. La prothèse a souvent été laissée en place.

– **Les adénopathies** : Wilsons *et al.* [48] ont retrouvé dans les ganglions inguinaux douloureux

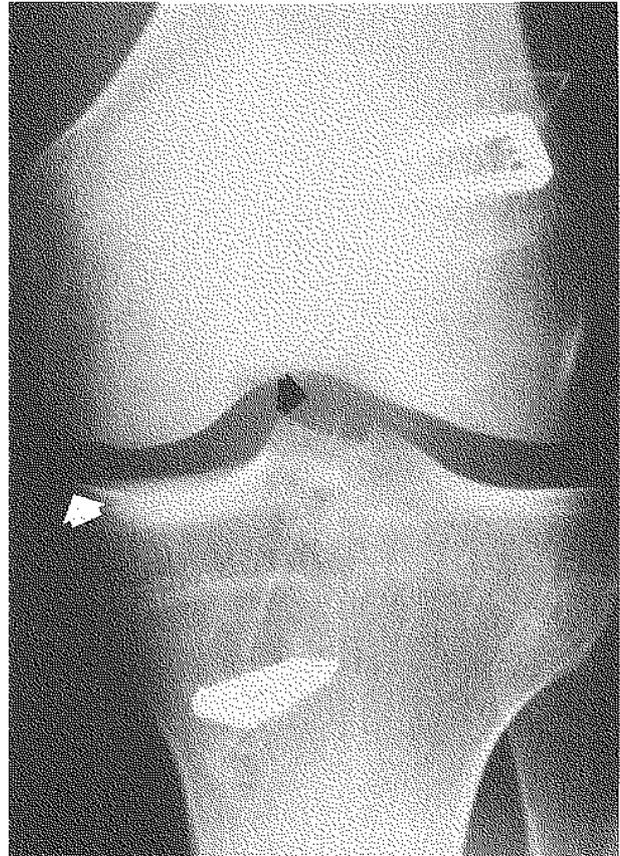


Fig. 2. — Radiographie du genou montrant la rupture du ligament Stryker au niveau de l'échancrure et des fragments libres intra-articulaires.

de deux patients des particules de polytétrafluoroéthylène, 6 et 7 ans après l'implantation d'un ligament Gore-Tex.

– **Autres complications** : bien qu'il n'existe aucune preuve, on ne peut pas exclure formellement un risque théorique d'induction d'arthrose ou d'un processus néoplasique par les particules relarguées par la prothèse [38, 39].

Pour l'arthrose il semble cependant que le responsable soit plus le traumatisme initial que la présence de particules [31].

DISCUSSION

Reste-t-il une place pour les ligaments artificiels ?

La mise en place par arthroscopie, qui était un des avantages revendiqués par les promoteurs des

prothèses, a fait évoluer les techniques arthroscopiques dans la chirurgie du genou, de sorte que la réalisation d'autogreffes par cette technique ne représente plus un problème.

Une durée d'hospitalisation plus courte et des suites opératoires plus simples ne sont pas non plus des arguments valables. En effet, la durée actuelle des séjours hospitaliers avoisine une semaine ; aux États-Unis, cette chirurgie est parfois réalisée en hospitalisation de jour. De plus les ligamentoplasties artificielles possèdent un cortège de complications qui leur sont propres et dont la fréquence est loin d'être négligeable.

Mais l'argument principal des prothèses est la reprise précoce des activités et notamment du sport. Si au début des années 80 il était encore fréquent d'immobiliser plus ou moins longuement les ligamentoplasties, de retarder l'appui de plusieurs semaines et de n'autoriser la reprise du sport qu'après 1 an, de plus en plus d'équipes proposent actuellement un protocole de rééducation plus rapide avec mobilisation et appui précoce [14, 45].

Pourquoi les ligaments artificiels n'ont-ils pas répondu aux attentes ?

– Si les ligaments artificiels ont une résistance mécanique bien supérieure au ligament croisé antérieur, cela ne suffit cependant pas à leur assurer une longévité. Cela est dû à plusieurs facteurs liés principalement aux propriétés du ligament.

Le premier est leur incapacité à réparer les micro-lésions qu'ils pourraient subir. Ils vont donc s'user petit à petit de manière irréversible. La principale question est de connaître la vitesse de cette usure en utilisation clinique réelle.

Un deuxième facteur est la rigidité beaucoup trop importante par rapport aux ligaments humains. L'élasticité du ligament croisé antérieur normal lui permet d'absorber une partie de la force d'un traumatisme et de s'adapter aux différents mouvements. Trop rigide, le ligament risque la rupture de fatigue ; à l'inverse, s'il se laisse trop facilement distendre, la laxité ne sera pas corrigée.

Une troisième faiblesse des ligaments est leur sensibilité à l'abrasion.

– Une autre raison de déception est le taux de complications propres à ces implants et principalement les synovites.

– En ce qui concerne les ligaments réhabilitables, la principale difficulté est de savoir s'il se reforme réellement 'un néo-ligament' et surtout de savoir si ce néo-ligament est efficace. En effet, il est toujours possible de montrer des images histologiques de réhabilitation, cependant personne n'a jamais pu tester la solidité réelle de cette nouvelle structure chez l'homme. Il existe de plus un paradoxe dans l'utilisation de tels ligaments : ils doivent pouvoir assurer la stabilité du genou en attendant de pouvoir être remplacés par le nouveau ligament. Cependant, ce dernier ne pourra se développer et être efficace que s'il est soumis à des contraintes [22]. Théoriquement, il faudrait donc que le ligament synthétique perde progressivement sa rigidité et qu'en parallèle, le néo-ligament gagne en solidité de sorte que l'ensemble soit toujours capable d'assurer la stabilité du genou avec suffisamment d'efficacité et de solidité. Ce concept semble utopique.

Les leçons du passé

Pourquoi a-t-il fallu pratiquement 15 ans pour se rendre compte de l'inefficacité des ligaments artificiels ?

La première raison est le manque de rigueur des études cliniques.

– Les premières études publiées rapportent souvent des résultats avec un recul beaucoup trop faible (18 mois à 2 ans) et ne sont pratiquement jamais suivies d'une évaluation à long terme de la même série.

– Les résultats mélangent souvent les critères objectifs et subjectifs d'évaluation, de sorte qu'il n'est pas toujours possible de déterminer clairement et facilement le taux de réussite. Or plusieurs auteurs insistent bien sur la différence qu'il existe entre les évaluations objectives et subjectives [12, 33, 40].

– Les explications données par les auteurs pour expliquer les échecs ou les complications sont souvent simplistes (erreurs techniques de mise en place, courbe d'apprentissage) et ne remettent que

rarement en cause l'implant. Les auteurs se basent pour cela sur les propriétés mécaniques des implants qui montrent leur solidité et leur longévité. Du fait de sa cinématique complexe, le genou ne peut se comparer à une simple machine de testing, aussi élaborée soit-elle.

– Les populations étudiées sont inhomogènes en ce qui concerne de nombreux facteurs. Ceci est vrai non seulement d'une série à l'autre, rendant toute comparaison délicate, mais aussi à l'intérieur de la même série. Ce manque d'homogénéité est encore aggravé par le fait que les études randomisées sont l'exception.

Une deuxième raison, beaucoup moins avouable, tient compte d'intérêts personnels et économiques. Les premières études sont souvent le fait des promoteurs du ligament, et s'il est difficile pour un concepteur de reconnaître que la prothèse qu'il a patiemment mise au point est un échec, il lui est encore plus difficile de le publier. De plus, ces promoteurs sont soutenus par les firmes qui les ont aidés dans la réalisation de l'implant. Quand on sait que la procédure de commercialisation sur le marché américain coûte de 2 à 5 millions de dollars, on se rend compte de l'importance des enjeux.

CONCLUSION

L'étude de la littérature nous montre l'incapacité actuelle des prothèses à remplacer le ligament croisé antérieur. Mais autant que l'échec des prothèses, il s'agit de l'échec des études cliniques à démontrer rapidement cet état des choses.

Il est par conséquent important que toute nouvelle technique de plastie du ligament croisé antérieur soit évaluée de manière prospective et randomisée, non seulement par le promoteur de la technique, mais aussi par d'autres équipes.

Le nombre de techniques de remplacement du ligament croisé antérieur montre que le traitement idéal, universellement accepté, n'est pas encore trouvé [1, 2, 11, 26, 35, 44]. La recherche nous propose régulièrement de nouveaux matériaux. Il n'est donc pas impossible qu'il nous soit présenté un jour un substitut ayant les caractéristiques idéales pour le remplacement du ligament croisé antérieur rompu. Mais il faudra à ce moment que

des études contrôlées correctement réalisées nous prouvent de manière indiscutable l'innocuité et la supériorité de ces techniques à court terme mais surtout à long terme avant tout développement ou toute commercialisation.

BIBLIOGRAPHIE

1. Adriani E., Mariani P., Maresca G., Santori N. Healing of the patellar tendon after harvesting of its mid-third for anterior cruciate ligament reconstruction and evolution of the unclosed donor site defect. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*, 1995, 3 : 138-143.
2. Aglietti F., Buzzi R., D'Andria S., Zaccherotti G. Long-term study of anterior cruciate ligament reconstruction for chronic instability using the central one-third patellar tendon and a lateral tenodesis. *Am. J. Sports Med.*, 1992, 20 : 38-45.
3. Ahlfeld S., Larson R., Collins H. Anterior cruciate reconstruction in the chronically unstable knee using an expanded polytetrafluoroethylene (PTFE) prosthetic ligament. *Am. J. Sports Med.*, 1987, 15 : 326-330.
4. Andersen H., Bruun C., Sondergard-Petersen P. Reconstruction of chronic insufficient anterior cruciate ligament in the knee using a synthetic Dacron prosthesis. A prospective study of 57 cases. *Am. J. Sports Med.*, 1992, 20 : 20-23.
5. Bahuaud J., Rebour J., Mayer J., Besse D., Baspeyre H. Ligamentoplastie antérieure du genou au dacron par voie endoscopique. *Acta Orthop. Belg.*, 1987, 53 : 360-365.
6. Barrett G., Line L., Shelton W., Manning J., Phelps R. The dacron ligament prosthesis in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, 1993, 21 : 367-373.
7. Baudry F. 100 Plasties du ligament croisé au Dacron sous arthroscopie. *J. Med. Lyon*, 1988, 65 : 141-145.
8. Bolton C., Bruchmann W. The Gore-tex expanded PTFE prosthetic ligament : in vivo and in vitro evaluation.. *Clin. Orthop.*, 1985, 196 : 102-213.
9. Bowyer G., Matthews J. Anterior cruciate ligament reconstruction using the Gore-Tex ligament. *J. R. Army Med. Corps*, 1991, 137 : 69-75.
10. Dahlstedt L., Dalen N., Jonsson U., Adolphson P. Cruciate ligament prosthesis versus augmentation. A randomized, prospective 5-year follow up of 41 cases. *Acta Orthop. Scand.*, 1993, 64 : 431-433.
11. Daniel D., Stone M., Dobson B., Fithian D., Rossman D., Kaufman K. Fate of the ACL-injured patient. *Am. J. Sports Med.*, 1994, 22 : 632-644.
12. Engström B., Wredmark T., Westblad P. Patellar tendon or Leeds-Keio graft in surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. Intermediate results. *Clin. Orthop.*, 1993, 295 : 190-197.

13. Friedman M. Gore-Tex anterior cruciate ligament reconstruction. *Techniques Orthop.*, 1988, 2 : 36-43.
14. Frndak P., Berasi C. Rehabilitation concerns following anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med.*, 1991, 12 : 338-346.
15. Fujikawa K. Clinical study on anterior cruciate ligament reconstruction with the scaffold type artificial ligament. *J. Japanese Orthop. Assoc.*, 1989, 63 : 744-788.
16. Fujikawa K., Iseki F., Seedhom B. Arthroscopy after the anterior cruciate reconstruction with the Leeds-Keio ligament. *J. Bone Joint Surg.*, 1989, 71-B : 566-570.
17. Fujikawa K., Iseki F. Anterior cruciate ligament reconstruction with the Leeds-Keio artificial ligament. *Bull. Hosp. Joint Dis. Orthop. Inst.*, 1991, 51 : 140-154.
18. Gacon G. Problèmes généraux posés par l'utilisation des ligaments artificiels en chirurgie du genou. *J. Traumatol. Sport*, 1986, 3 : 3-5.
19. Gillquist J., Odensten M. Reconstruction of old anterior cruciate ligament tears with a Dacron prosthesis. A prospective study. *Am. J. Sports Med.*, 1993, 21 : 358-366.
20. Gillquist J., Odensten M. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a ligament prosthesis. *Am. J. Sports Med.*, 1987, 15 : 402.
21. Glousman R., Shields C., Kerlan R., Jobe F., Lombardo S., Yocum L., Tibone J., Gambardella R. Gore-tex prosthetic ligament in anterior cruciate deficient knees. *Am. J. Sports Med.*, 1988, 16 : 321-326.
22. Goodship A., Cooke P. The influence of biomechanically matched ligament prostheses on collagen induction, subsequent joint function and degenerative change. *Acta Orthop. Belg.*, 1987, 53 : 368.
23. Indelicato M., Pascale M., Huegel M. Early experience with Gore-tex polytetrafluoroethylene anterior cruciate ligament prosthesis. *Am. J. Sports Med.*, 1989, 17 : 55-62.
24. Jenny J., Jenny G., Daubresse F. Résultats à moyen terme du remplacement du ligament croisé antérieur par trois types de prothèses de dacron. *Int. Orthopaedics*, 1991, 15 : 23-28.
25. Johnson D., Bidner S. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with Gore-Tex graft. *Am. J. Sports Med.*, 1991, 19 : 539.
26. Johnson J., Beynon B., Nichols C., Renström P. The treatment of injuries of the anterior cruciate ligament. *J. Bone Joint Surg.*, 1992, 74-A : 140-151.
27. Klein W., Jensen K. Synovitis and artificial ligaments. *Arthroscopy*, 1992, 8 : 116-124.
28. Kulthanan T. Gore-Tex cruciate ligament reconstruction in athletes. *J. Med. Ass. Thail.*, 1992, 75 : 407-412.
29. Lopez-Vazquez E., Juan J. A., Vila E., Debon J. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with a Dacron prosthesis. *J. Bone Joint Surg.* 1991, 73-A : 1294-1300.
30. Lukianov V., Richmond J., Barrett G., Gillquist J. A multicenter study on the results of anterior cruciate ligament reconstruction using a Dacron ligament prosthesis in "salvage" cases. *Am. J. Sports Med.*, 1989, 17 : 380-386.
31. Maletius W., Gillquist J. Long-term results of anterior cruciate ligament reconstruction with a Dacron prosthesis. The frequency of osteoarthritis after seven to eleven years. *Am. J. Sports Med.*, 1997, 25 : 288-293.
32. Marcacci M., Gubellini P., Buda R., De Pasquale V., Strocchi R., Molgora A., Zaffagnini S., Guizzardi S., Ruggeri A. Histologic and ultrastructural findings of tissue ingrowth. The Leeds-Keio prosthetic anterior cruciate ligament. *Clin. Orthop.*, 1991, 267 : 115-121.
33. Markolf K., Pattee G., Strum G., Gallick G., Sherman O. Instrumented measurements of laxity in patients who have a Gore-Tex substitute. *J. Bone Joint Surg.*, 1989, 71-A : 887-893.
34. McLoughlin S., Smith R. The Leeds-Keio prosthesis in chronic anterior cruciate deficiency. *Clin. Orthop.*, 1992, 283 : 215-222.
35. Morgan C., Kalman V., Grawl D. Definitive landmarks for reproductive tibial placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 1995, 11 : 275-288.
36. Noble C. The Stryker Dacron ligament in anterior cruciate ligament tears (abstract). *Am. J. Sports Med.*, 1989, 17 : 723.
37. Noyes F., Groot E. The strength of the ACL in human and rhesus monkey age-related and species-related changes. *J. Bone Joint Surg.*, 1976, 58-A : 1074-1076.
38. O'Connell T., Fee H., Golding A. Sarcoma associated with Dacron prosthetic material. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 1976, 72 : 94-96.
39. Olson E., Kang J., Fu F., Georgescu H., Mason G., Evans C. The biomechanical and histological effects of artificial ligament wear particules : in vitro and in vivo studies. *Am. J. Sports Med.*, 1988, 16 : 558-570.
40. Paulos L., Rosenberg T., Grewe S., Tearse D., Beck C. The Gore-Tex anterior cruciate ligament prosthesis. A long-term follow-up. *Am. J. Sports Med.*, 1992, 20 : 246-252.
41. Rading J., Peterson L. Clinical experience with the Leeds-Keio artificial ligament in anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective two-year follow-up study. *Am. J. Sports Med.*, 1995, 23 : 316-319.
42. Raynaud G., Pietu G., Malissard M., Letenneur J. La reconstruction du LCA par prothèse ligamentaire est-elle licite ? *J. Traumatol. Sport*, 1993, 10 : 67-72.
43. Richmond J., Manseau C., Patz R., McConville O. Anterior cruciate reconstruction using a Dacron ligament prosthesis. A long-term study. *Am. J. Sports Med.*, 1992, 20 : 24-28.
44. Shelbourne K., Whitaker H., Mc Carroll J., Rettig A., Hishman L. Anterior cruciate ligament injury : Evaluation of intraarticular reconstruction of acute tears without repair. *Am. J. Sports Med.*, 1989, 18 : 484-489.
45. Shelbourne K., Klootwyk T., Wilckens J., De Carlo M. Ligament stability two to six years after anterior cruciate

ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. *Am. J. Sports Med.*, 1995, 23 : 575-579.

46. Sledge S., Silliman J., Steadman R., Pelozo J., Fulstone A. A five year follow-up with the Gore-Tex anterior cruciate ligament prosthesis. *Am. J. Sports Med.*, 1991, 19 : 539-540.
47. Wilk R., Richmond J. Dacron ligament reconstruction for chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *Am. J. Sports Med.*, 1993, 21 : 374-380.
48. Wilson A., Plessas S., Gray T., Forster I. Lymphadenopathy after Gore-Tex anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, 1998, 26 : 133-135
49. Woods G.A., Indelicato P.A., Prevot T.J. The Gore-tex anterior cruciate ligament prosthesis. Two versus three year results. *Am. J. Sports Med.*, 1991, 19 : 48-55.

SAMENVATTING

M. DE SMEDT. Synthetische voorste kruisband prothesen.

In de tachtiger jaren waren prothesen voor knieligamenten vrij populair. Na jaren bleek dat deze insufficient

zijn om de stabiliteit van de knie te vrijwaren. Dit artikel analyseert de redenen van falen en waarom het zo lang duurde vooraleer lessen uit deze ervaring werden getrokken.

RÉSUMÉ

M. DE SMEDT. Les prothèses du ligament croisé antérieur : analyse d'un échec.

Les ligaments artificiels du genou ont constitué l'un des sujets d'actualité des années 80. Il a fallu attendre le milieu des années 90 pour que l'unanimité soit faite sur leur inaptitude à remplacer à long terme le ligament croisé antérieur. Le présent article tente d'analyser l'évolution de ces prothèses, les causes de leur échec et de rechercher les raisons de la reconnaissance si tardive de cet échec afin de pouvoir tirer les leçons du passé.