

# RECONSTRUCTION DU LIGAMENT COLLATÉRAL LATÉRAL DU GENOU DU RAT PAR UN TRANSPLANT LIBRE AUTOGÈNE CONSTITUÉ DE FASCIA LATA, DE LIGAMENT OU DE TENDON

J. N. KUHLMANN<sup>1</sup>, J. LUBOINSKI<sup>1</sup>, M. MIMOUN<sup>2</sup>, L. ORCEL<sup>2</sup>, S. BAUX<sup>1</sup>

Après avoir réséqué le ligament collatéral latéral du genou de 56 rats mâles matures, les auteurs l'ont remplacé par un transplant autogène de même calibre, constitué de fascia lata, de ligament ou de tendon rotulien et étudié histologiquement après une évolution de 2 jours à 5 mois 1/2. Celle-ci se divise en 3 phases :

— Une période initiale (1<sup>re</sup> semaine) caractérisée par la nécrose du transplant et une réaction inflammatoire exsudative.

— Une période précoce (allant de la 2<sup>e</sup> à la 4<sup>e</sup> semaine) caractérisée par l'invasion du transplant par les cellules de l'hôte.

Les tissus à trame fine, extensibles mais fragiles, tel le fascia lata, sont colonisés en totalité par les fibroblastes et par la reconstruction de la trame collagène. Les tissus à trame compacte, solides mais peu extensibles, tel le tendon rotulien sont détruits et recolonisés précocément en périphérie, tandis que leur centre n'est détruit et colonisé par les fibroblastes que plus tardivement et plus irrégulièrement.

— Une période de consolidation du 2<sup>e</sup> au 5<sup>e</sup> mois caractérisée par la reconstruction d'une trame collagène dense et sa réorientation.

Elle est homogène et formée de faisceaux parallèles dans les transplants de fascia lata.

Elle est inhomogène dans les transplants de tendon avec à la périphérie un aspect nodulaire persistant et au centre des faisceaux bien orientés, mais séparés par des foyers calcifiés ou granulomateux.

Elle présente une disposition intermédiaire entre les deux aspects précédents dans les transplants de ligament.

Les tissus conjonctifs modelés les plus fragiles s'avèrent le meilleur matériel pour les ligamentoplasties et les tendons les plus déplorables.

**Keywords :** knee ; experimental transplantations ; ligamentoplasty ; fascia lata ; ligament ; tendon.

**Mots-clés :** genou ; transplantations expérimentales ; ligamentoplastie ; fascia lata ; ligament ; tendon.

---

Le but de ce travail expérimental est de dégager, à partir de critères mesurables (14-15), les grandes lignes de l'évolution des différentes variétés de transplants libres de tissu conjonctif modelé, susceptibles de permettre la réalisation d'une ligamentoplastie autogène, afin d'obtenir durablement les résultats les meilleurs et afin d'élargir leurs indications en thérapeutique humaine.

## HISTORIQUE

La plupart des techniques de reconstruction d'un ligament articulaire par un transplant libre autogène ont fait appel à des tendons. Elles ont été pratiquées de façon empirique sur des patients. Jones R. dès 1913 utilise un fragment de tendon rotulien pour refaire un ligament croisé antérieur

---

<sup>1</sup> Service de Chirurgie Orthopédique, Traumatologique, Plastique et Esthétique, et Service d'Anatomie Pathologique, Hôpital Rothschild, 33 boulevard de Picpus, 75012 Paris, France.

<sup>2</sup> Service d'Anatomie Pathologique, Hôpital Saint Antoine, 184 rue du Faubourg Saint Antoine, 75012 Paris, France.

Correspondance et tirés à part : J. N. Kuhlmann.

Ce travail a été réalisé grâce à un Crédit financé par la Délégation de la Recherche Clinique de l'Assistance Publique, Hôpitaux de Paris.

du genou (12). D'autres auteurs (11, 13) préfèrent transplanter une partie du tendon du semitendineux. Eaton et Littler en 1973 (6) préconisent de réparer le ligament collatéral latéral de l'articulation métacarpophalangienne du pouce avec le tendon du palmaris longus.

Les recherches expérimentales, inspirées par ces techniques, ont débuté en 1976. Elles ont été menées sur des animaux d'assez grandes tailles : chiens, chèvres et porcs (1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 19).

La série la plus importante fait état de 28 transplantations (5).

Elles portent presque toutes sur la reconstruction du ligament croisé antérieur. Le transplant isolé (1, 2, 3, 5, 17, 18, 19) ou associé à une prothèse synthétique (8), traverse la cavité articulaire et n'est donc entouré que de liquide synovial. Au bout de trois mois, il est entièrement vascularisé, mais au bout d'un an sa structure reste assez anarchique et sa résistance à la rupture n'est que de 50% de la normale.

Trois autres études portent sur des ligaments de la capsule articulaire. Frank en 1985 (7) pratique des sections du ligament collatéral latéral du genou de lapin. Au bout de 5 mois la structure désordonnée des fibres de collagène de la cicatrice se régularise.

Horibe *et col.* en 1990 et 1991 (9-10) reconstituent le ligament collatéral latéral du genou et de la cheville du chien et constatent, après un an d'évolution la persistance au sein du transplant d'un certain désordre dans l'orientation des fibres de collagène avec des irrégularités de leurs ondulations et des fibroblastes anormalement ballonnés et nombreux. Le transplant a toutefois acquis une résistance à la rupture de 75% par rapport à la normale. Horibe *et col.* attribuent à la meilleure vascularisation de son lit les performances, bien supérieures à celles obtenues lors du remplacement du ligament croisé antérieur.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cinquante-six rats Wistar mâles adultes ont fait l'objet de cette étude. Nous avons choisi cet animal car il est peu onéreux et extrêmement fiable, mais il nous a fallu passer du stade chirurgical à celui de la

microchirurgie. Nous avons choisi de remplacer le ligament collatéral du genou pour des raisons de commodité technique.

L'étude extensométrique n'a pu être réalisée mais, comme nous l'avons montré dans de précédents travaux (14, 15), il existe une corrélation évidente entre les caractéristiques histologiques des différents tissus conjonctifs modelés et leurs caractéristiques mécaniques.

## Technique opératoire

Le microscope chirurgical permet un grossissement de 10 à 40 fois du champ opératoire. Les rats sont anesthésiés par un mélange de kétalar (10 mg) et de narcosep (1/4 mg) injecté par voie intra-musculaire.

L'abord du genou se fait par voie externe. Après incision du fascia lata, le clivage d'un espace entre le quadriceps et les muscles ischiojambiers, puis la section des ailerons latéraux, permettent d'exposer les articulations fémoro-tibiale et tibiopéronière proximale.

Les tendons des muscles de la loge péronière, qui s'insèrent sur la face latérale du condyle fémoral, sont sectionnés à leur origine et réclinés vers le bas. Ils ne seront pas suturés en fin d'intervention.

Le ligament collatéral latéral est ensuite largement réséqué, en ne respectant qu'une fine bande proximale et distale pour y glisser l'aiguille et arrimer le transplant.

Ce dernier est constitué tantôt de fascia lata, prélevé sur la même patte, tantôt d'un ligament collatéral, prélevé sur le genou controlatéral, tantôt de tendon, correspondant au tiers latéral du tendon rotulien.

Il est fixé à chaque extrémité aux bandes d'insertion laissées en place par 2 ou 3 points de monofil serti de 0,4 millimètre.

Suture du plan musculaire de la cuisse, puis du plan cutané.

Le genou n'est pas immobilisé.

Les transplantations ont été laissées en place pendant une durée qui s'échelonne de deux jours à cinq mois et demi.

## Examen histologique des pièces prélevées

Les tissus normaux témoins et les transplantations ont été inclus dans leur totalité et examinés sur des coupes successives de 5 mm d'épaisseur, respectivement colorées par l'hémalun-éosine-saffran, coloration histologique standard, le Van Gieson, mettant électivement en évidence les fibres de collagène, la coloration argentique de Gordon-Sweet, mettant en évidence la trame réticulinique, l'orcéine, colorant électivement les fibres élastiques.

Au cours de l'examen histologique, ont été appréciés

- l'épaisseur des transplants mesurée en millimètres.
- la densité des cellules considérées comme des fibroblastes (cellules fusiformes) figurant dans une unité de champ déterminé de 0,053 mm<sup>2</sup> à l'objectif 40.
- la structure des fibres de collagène : leur épaisseur, la longueur et l'amplitude de leurs ondulations, mesurées à l'objectif 40 à l'aide d'un oculaire micrométrique gradué. Leur caractère isolé ou leur groupement en faisceaux, l'épaisseur de ces derniers ont également été précisés.
- la présence ou l'absence d'une trame réticulinique.
- la présence ou l'absence de vaisseaux, ainsi que leur nature.
- l'architecture générale du tissu normal ou du transplant.

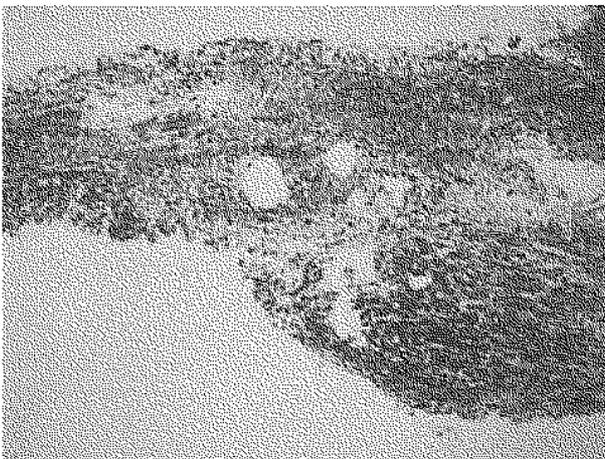
## RÉSULTATS

### Caractéristiques histologiques des tissus témoins

Chaque tissu fibreux modelé possède une structure, qui lui est propre.

#### — *Fascia lata* (fig. 1)

L'épaisseur du fascia lata est de 1 millimètre environ. Il présente une trame lâche. Il comporte des fibres de collagène courtes, tronçonnées, parfois rectilignes, le plus souvent ondulées de 1,4 µm d'épaisseur, lorsqu'elles sont isolées, ou groupées en faisceaux pouvant atteindre 8,5 µm d'épaisseur.



**Fig. 1.** — Fascia lata : tissu conjonctif lâche orienté (gross. 50 X) van Gieson.

Les fibres ondulées ont un pliage en accordéon très marqué, avec des ondulations de 11,4 µm de long et de 11,4 µm d'amplitude.

Les faisceaux de fibres de collagène sont orientés parallèlement, mais sont séparés les uns des autres par un tissu interstitiel abondant, dans lequel se trouvent un grand nombre de capillaires et de fibres élastiques.

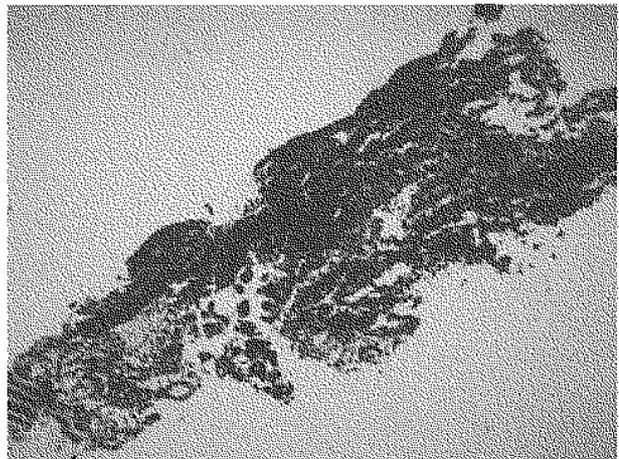
La densité cellulaire est en moyenne de 15 cellules par champ.

#### — *Ligament collatéral latéral* (fig. 2)

Les ligaments collatéraux latéraux du rat présentent une structure beaucoup plus dense que celle du fascia lata. Ils mesurent 1 à 2 millimètres d'épaisseur. Ils comportent des fibres de collagène, groupées en faisceaux d'une épaisseur de 8 à 14 µm, disposées parallèlement les unes aux autres.

Ces faisceaux sont orientés dans une seule direction, ou, et c'est le cas le plus fréquent, présentent des orientations divergentes.

Dans les interstices, qui séparent ces faisceaux orientés, se trouve un tissu conjonctif plus lâche, voire du tissu adipeux. Ce tissu conjonctif lâche, contient des faisceaux de collagène plus fins (5 à 7 µm d'épaisseur) et présentant des ondulations de 14 à 20 µm de long et de 6 µm d'amplitude, donc très nettes, mais moins marquées que celles du fascia lata.



**Fig. 2.** — Ligament collatéral latéral du genou : tissu conjonctif dense orienté (gross. 50 X) van Gieson.

Les vaisseaux sont nombreux : artérioles, veinules et capillaires. Ils occupent de préférence le tissu conjonctif lâche, de même que les fibres élastiques, qui sont nombreuses.

La densité cellulaire est en moyenne de 20 cellules par champ.

#### — *Le tendon rotulien*

Le tendon rotulien a une structure encore plus compacte que celle du ligament collatéral. Son épaisseur est de 1 millimètre. Il est composé de fibres de collagène, orientées dans une seule direction, groupées en faisceaux parallèles d'une épaisseur de 6 à 12  $\mu\text{m}$ , sans ondulations décelables.

Le tendon admet très peu de tissu interstitiel. Il comporte peu de vaisseaux et les fibres élastiques sont très rares.

La densité cellulaire est de 10 cellules par champ.

### Caractéristiques histologiques des transplants

Il nous a été possible de distinguer 3 stades dans l'évolution des transplants :

Une période initiale correspondant à la première semaine.

Une période précoce allant de la deuxième à la quatrième semaine.

Une période de consolidation au delà du premier mois. Nous l'avons étudiée jusqu'à 5 mois et demi.

La répartition des animaux en fonction de la période atteinte par le transplant apparaît sur le tableau I.

Tableau I. — Nombre et nature des transplants selon la durée d'évolution étudiée

Nature du transplant	Période initiale	Période précoce	Période de consolidation
Fascia lata	2	4	6
Ligament collatéral	8	6	10
Tendon rotulien	4	6	10

#### — *Période initiale*

Cette phase est marquée par la destruction du tissu conjonctif préexistant et par la réaction inflammatoire exsudative qu'elle entraîne.

Au cours de cette période le transplant se nécrose.

La nécrose apparaît plus précocement au niveau des transplants ligamentaires (2<sup>e</sup>/3<sup>e</sup> jour) qu'au niveau des transplants tendineux (4<sup>e</sup>/5<sup>e</sup> jour). Elle se traduit par une très forte diminution, voire une disparition totale des fibroblastes (0 à 3 cellules par champ), par une destruction partielle de la trame de collagène et par une nécrose des parois vasculaires.

Au niveau du fascia lata, la trame de collagène est beaucoup moins touchée par la nécrose qu'au niveau des tendons et des ligaments, mais la nécrose vasculaire et cellulaire est comparable.

Une réaction exsudative se manifeste à la périphérie des transplants de tendon et de ligament, à la périphérie et dans toute l'épaisseur du fascia lata. Les transplants sont épaissis. Ils doublent et parfois triplent de volume (2 à 3 millimètres de diamètre de section).

#### — *Période précoce*

Cette phase est caractérisée par la reconstruction du tissu conjonctif. Elle est marquée par la réapparition des fibroblastes, l'élaboration d'une nouvelle trame collagène, précédée au niveau du tendon et du ligament par l'élaboration d'une trame réticulinique, tandis que le transplant reprend son épaisseur initiale.

#### Évolution des transplants de fascia lata :

La réaction inflammatoire exsudative s'estompe progressivement. Elle laisse place à un tissu, dans lequel les cellules fibroblastiques présentent une densité accrue (30 fibroblastes en moyenne par champ).

Au contact de la trame collagène préexistante apparaissent de nouvelles fibrilles de collagène fines (2  $\mu\text{m}$  environ) et ondulées, visibles dès le 12<sup>e</sup> jour.

Le réseau vasculaire nécrosé est d'abord remplacé par un réseau de capillaires congestifs néo-

formés, puis, dès le 12<sup>e</sup> jour, par un réseau artériolo-veineux.

L'évolution est harmonieuse et homogène dans l'ensemble du greffon.

Évolution des transplants ligamentaires et tendineux :

Elle est apparemment identique dans les deux types de transplants.

Deux zones distinctes apparaissent :

- une zone centrale qui contient du tissu collagène résiduel.
- une zone périphérique, précédemment nécrosée et siège de la réaction inflammatoire initiale.

On voit apparaître dans cette zone périphérique un tissu conjonctif néoformé d'une grande richesse cellulaire (32 fibroblastes en moyenne par champ), sans aucun caractère d'orientation. Les cellules fibroblastiques s'entourent individuellement, dès le 7<sup>e</sup> jour, d'une trame réticulinique, qui forme des mailles, qui les regroupent en nodules.

Dans la zone centrale, il apparaît également des fibres de réticuline, qui se situent dans l'interstice des fibres de collagène persistantes et qui prennent une direction parallèle à celle-ci. Une trame collagène néoformée, faite de fibres fines (2  $\mu$ m environ d'épaisseur) et ondulées remplace progressivement à partir du 14<sup>e</sup> jour la trame réticulinique.

La réaction inflammatoire exsudative est prolongée par rapport à celle du fascia lata, car elle se produit encore au centre du greffon autour des zones nécrosées résiduelles, alors qu'elle a déjà disparu à la périphérie. La destruction, généralement incomplète, du collagène fait apparaître des réactions gigantocellulaires à corps étranger. La présence de foyers hémorragiques est fréquente.

Les vaisseaux nécrotiques sont d'abord remplacés par des capillaires. La réapparition des artérioles et des veines est plus tardive (21<sup>e</sup> jour) que dans le fascia lata.

#### — Période de consolidation

Tous les transplants évoluent vers une forme commune de reconstruction de la trame de collagène caractérisée par un regroupement des fibres en faisceaux d'une épaisseur de 6 à 11  $\mu$ m sans

ondulation visible, la réapparition de fibres élastiques et d'un réseau vasculaire artériolo-veineux et capillaire.

La densité des fibroblastes reste très élevée (30 cellules en moyenne par champ).

La différence essentielle entre les transplants de fascia lata et ceux de tendon ou de ligament est d'ordre architectural et évolutif.

Dans les transplants de fascia lata, l'aspect est sensiblement homogène au centre et à la périphérie du greffon. L'orientation des fibres de collagène néoformées est unidirectionnelle et les zones nodulaires sont peu marquées et exceptionnelles.

La structure obtenue au troisième mois est beaucoup plus compacte et très différente du fascia lata initial (fig. 3).

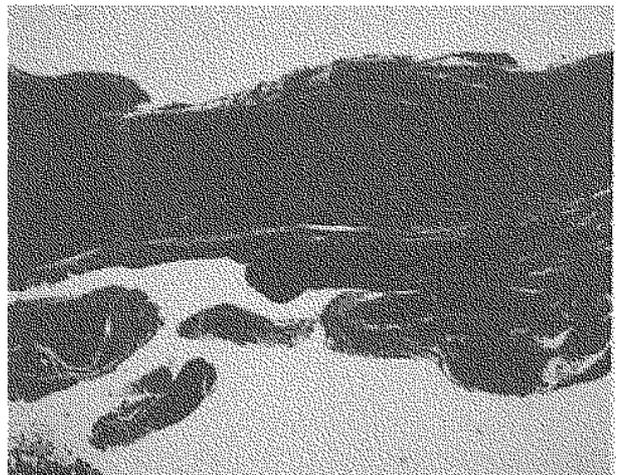
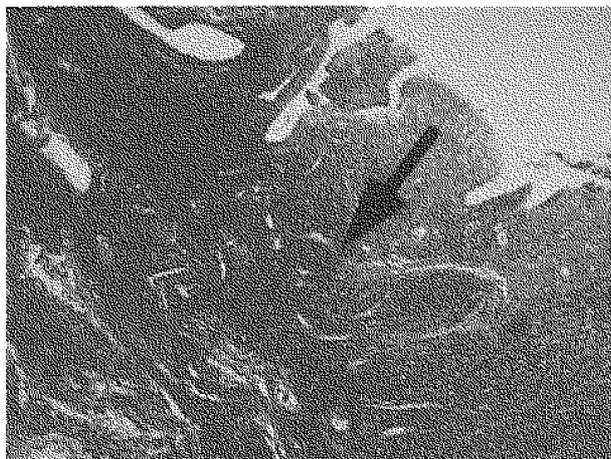


Fig. 3. — Transplant de fascia lata (120<sup>e</sup> jour) : Tissu conjonctif dense orienté d'aspect tendiniforme (gross. 50  $\times$ ) van Gieson.

Dans les transplants tendineux et ligamentaires, l'aspect reste inhomogène (fig. 4).

Les zones périphériques gardent une organisation nodulaire, bien que celle-ci tende à s'atténuer vers le cinquième mois.

La zone centrale a dans l'ensemble une structure parallèle et orientée, mais elle peut être parsemée de foyers de suppuration, d'ossification métaplasique et de réaction granulomateuse à corps étranger en rapport avec la résorption des vestiges de la trame initiale.



**Fig. 4.** — Transplant de tendon rotulien (120<sup>e</sup> jour) : Tissu conjonctif dense. Remarquer l'absence d'orientation préférentielle, l'aspect nodulaire en périphérie (flèche) (gross. 50 X) van Gieson.

Ces accidents évolutifs sont nombreux dans les transplants tendineux (6 sur 10), plus rares dans les transplants ligamentaires (3 sur 10), inexistant dans les transplants de fascia lata.

L'ensemble des résultats histologiques au cours de l'évolution des transplants est résumé sur le tableau II.

### Confrontation anatomoclinique

Les observations cliniques ont été réalisées à la période de consolidation, soit au moins un mois après la transplantation et sur les 26 animaux encore en vie : 6 avaient une transplantation de fascia, 10 avaient une transplantation de ligament et 10 de tendon.

Tableau II. — Évolution des paramètres histologiques en fonction du temps dans les différents transplants

	Fascia lata			Ligament collatéral			Tendon rotulien		
	épaisseur du transplant	densité cellulaire	épaisseur du collagène	épaisseur du transplant	densité cellulaire	épaisseur du collagène	épaisseur du transplant	densité cellulaire	épaisseur du collagène
Normal	*	**	***	*	**	***	*	**	***
Phase initiale	1	15	1,4 à 8,5	2 à 3	20	8 à 14	1	10	6 à 12
Phase précoce	2 à 3	0 à 3	1,4 à 8,5	0 à 7	6 à 11	2	2	0	3 à 6
Phase de consolidation	1	30	2	1	32	2	1	2	2
	1	30	6 à 11	1 à 2	29	6 à 11	1 à 2	28	6 à 11

\* en millimètres (mm) ; \*\* en nombre de cellules par champ ; \*\*\* en microns (µm).

#### — Transplantation de fascia lata

Les 6 rats avec une transplantation de fascia lata marchaient et couraient normalement. Un seul présentait un varus forcé du genou, inférieur à 15 degrés.

Lors du prélèvement, les transplants étaient souples, lisses, sans adhérence.

#### — Transplantation de ligament

Sur les 10 rats avec une transplantation de ligament, 9 avaient une démarche normale. Trois d'en-

tre eux avaient une laxité en varus forcé du genou inférieure à 15 degrés. Lors du prélèvement, les transplants avaient l'aspect d'un ligament normal.

Un seul boitait. Le transplant était épais, boursoufflé, irrégulier et adhérent aux plans voisins.

#### — Transplant de tendon

Sur les 10 rats avec une transplantation de tendon, 2 seulement avaient une démarche normale. Les 8 autres boitaient fortement : 4 avaient une raideur du genou et 4 une laxité en varus forcé

supérieure à 45 degrés. Le transplant était épais, boursoufflé, irrégulier et adhérent aux plans voisins. Trois avaient rompu leur insertion distale et 4 étaient manifestement distendus.

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

Dans les conditions de notre expérimentation, le tissu conjonctif modelé à trame lâche assure les meilleures chances de succès de la reconstruction ligamentaire.

L'utilisation d'un animal petit et la miniaturisation des transplants nous avait fait craindre une survie de ceux-ci, imputable à une imbibition et impossible avec des transplants de plus grande taille. Il n'en est rien.

### Période initiale

Le fibroblaste du transplant, sensible à l'anoxie, ne survit pas. La trame collagène est en partie détruite, les vaisseaux également. La conséquence en est une réaction inflammatoire exsudative.

### Période précoce

La période précoce est la phase critique, durant laquelle se joue l'avenir du transplant.

Il sert de moule à la reconstruction. C'est dans l'espace qu'il a déterminé que se développe le ligament néoformé.

La recolonisation des transplants de tissus conjonctifs modelés s'inscrit dans le cadre des processus de cicatrisation.

Elle est fortement influencée par leur texture initiale.

Les trames fines, à larges mailles, sont rapidement revascularisées et réhabitées par les cellules conjonctives. Les fibres de collagène néoformées, parallèles et orientées, prennent le relais de la trame initiale.

Le transplant, relativement fragile au départ, se renforce de plus en plus.

Les trames compactes constituent une entrave à la recolonisation fibroblastique. Celle-ci est lente, asynchrone et inhomogène ; elle aboutit à une nette différence de structure entre la périphérie et le centre du transplant :

- à la périphérie, la trame initiale est détruite par la réaction inflammatoire et les fibres de collagène néoformées sont nodulaires et anarchiques.
- au centre, l'orientation des fibres est correcte, mais les accidents évolutifs sont nombreux : hémorragies récentes et nécrose persistante. Plus le tissu est solide au départ, plus il devient fragile ; d'où les lâchages de sutures.

### Période de consolidation

La consolidation du transplant est un état moins définitif qu'il n'y paraît, puisque la stabilisation définitive n'est pas acquise au 5<sup>e</sup> mois. La densité cellulaire anormalement élevée traduit une hyperactivité durable.

En ce qui concerne les greffons ligamentaires et surtout tendineux, la persistance d'une certaine disposition nodulaire périphérique, de calcifications et de granulomes centraux entretient des facteurs de moindre résistance, susceptibles d'entraîner de nouvelles détériorations et de retarder l'évolution de la cicatrisation.

Deux points restent à élucider :

1. l'évaluation du délai nécessaire pour aboutir à une stabilisation complète et définitive.
2. la possibilité d'obtenir un effet bénéfique sur les structures fragilisées de la période précoce grâce à une immobilisation rigoureuse du genou.

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus dans cette étude montrent bien que les chirurgiens ne peuvent plus se désintéresser des caractéristiques architecturales des transplants qu'ils utilisent, et que, de toutes façons, dans le cadre des réparations ligamentaires, les transplantations tendineuses libres donnent des résultats plus que médiocres, qui vont à l'encontre de croyances solidement ancrées.

## RÉFÉRENCES

1. Alm A., Liljedahl S. O., Stromberg B. H. Clinical and experimental experience in reconstruction of anterior cruciate ligament. *Orthop. Clin. North Amer.*, 1976, 7, 181-189.
2. Arnoczky S. P., Tarvin G. B., Marshall J. L. Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. *An*

- evaluation of the graft revascularization in the dog. *J. Bone Joint Surg.*, 1982, 64-A, 217-224.
3. Arnoczky S. P., Warren R. F., Ashlock M. A. Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft. An experimental study. *J. Bone Joint Surg.*, 1986, 68-A, 376-385.
  4. Arnoczky S. P., Warren R. F., Minei J. P. Replacement of the anterior cruciate ligament using a synthetic prosthesis. An evaluation of graft biology of the dog. *Amer. J. Sports Med.*, 1986, 14, 1-6.
  5. Drez D. J., De Lee J., Holden J. P., Noyes S. A., Noyes F. R., Roberts T. S. Anterior cruciate ligament reconstruction using bone patellar tendon bone allograft. *Amer. J. Sports Med.*, 1991, 19, 3, 256-263.
  6. Eaton R. G., Littler J. W. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint. *J. Bone Joint Surg.*, 1973, 55-A, 1655-1666.
  7. Frank C., Amiel D., Woo S. L. Y., Akeson W. Normal ligament properties and ligament healing. *Clin. Orthop.*, 1985, 196, 15-25.
  8. Gibbons D. Associated Kennedy LAD and free graft of patellar tendon to replace the anterior cruciate ligament of the knee in the goat. Cité dans : 3 M Santé. 1989, Le Kennedy LAD.
  9. Horibe S., Chino K., Taga I., Inoue M., Ono K. Reconstruction of lateral ligaments of the ankle with collagen tendon graft. *J. Bone Joint Surg.*, 1991, 73-B, 802-805.
  10. Horibe S., Shino K., Nagano J., Nakamura H., Tanaka M., Ono K. Replacing the medial collateral of the knee with an allogenic tendon graft. An experimental canine study. *J. Bone Joint Surg.*, 1990, 72-B, 1044-1049.
  11. Iselin F., Peze W. Use of chemically preserved tendon allografts in hand surgery. *Hand*, 1976, 8, 167-172.
  12. Jones R., Smith S. A. On rupture of the crucial ligaments of the knee and on fractures of the spine of the tibia. *Br. J. Surg.*, 1913, 1, 70-89.
  13. Kennedy J. C., Roth J. H., Mendenhall H. V., Sanford J. B. Intraarticular replacement in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Amer. J. Sports Med.*, 1980, 8, 1-8.
  14. Kuhlmann J. N., Luboinski J., Laudet C., Boabighi A., Landjeri B., Guerin-Surville H., Baux S. Les structures fibreuses du poignet : 3) Études microscopiques. Conséquences rhéologiques. *Bull. Ass. Anat.*, 1989, 72, 217 : 37-43.
  15. Kuhlmann J. N., Luboinski J., Laudet C., Boabighi A., Landjeri B., Guerin-Surville H., Baux S. Properties of the fibrous structures of the wrist. *J. Hand Surg. (Br.)*, 1990, 15, 335-341.
  16. McMaster W. C. A histologic assessment of canine anterior cruciate substitution with bovine xenograft. *Clin. Orthop.*, 1985, 196, 196-201.
  17. Shino K., Kawasaki T., Hirose H., Gotoh I., Inoue M., Ono K. Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogenic tendon graft : an experimental study in the dog. *J. Bone Joint Surg.*, 1984,, 66-B, 672-681.
  18. Shino K., Kimura T., Hirose H., Inoue M., Ono K. Reconstruction of the anterior cruciate ligament by allogenic tendon graft ; an operation for chronic ligamentous insufficiency. *J. Bone Joint Surg.*, 1986, 68-B, 739-746.
  19. Shino K., Horibe S. Experimental ligament reconstruction by allogenic tendon graft in a canine model. *Acta Orthop. Belg.*, 1991, 57 (suppl. II), 44-53.

## SAMENVATTING

*J. N. KUHLMANN, J. LUBOINSKI, M. MIMOUN, L. ORCEL, S. BAUX. Reconstructie van de mediale collaterale band van de knie bij de rat, door middel van een vrij autogeen transplantaat, bestaande uit fascia lata, ligament of pees.*

De auteurs hebben het mediaal collateraal ligament van de knie bij 56 volwassen ratten verwijderd en vervangen door een autogeen transplantaat van hetzelfde kaliber, bestaande uit fascia lata, ligament of kniepees ; de histologie werd vervolgens onderzocht, na een evolutie van 2 dagen tot 5 1/2 maand. Er zijn 3 fasen :

— een 1ste periode (gedurende de 1ste week) gekenmerkt door de necrose van het transplantaat en een exsudatieve inflammatoire reactie

— een vroegtijdige periode, van de 2de tot de 4de week, gekenmerkt door de penetratie van cellen van de ontvanger in het transplantaat. De weefsels met fijne trauma, elastisch maar broos, zoals de fascia lata, worden in totaliteit door fibroblasten en door de reconstructie van de collage trama bewoond. De weefsels met een compacte trama, sterk maar niet elastisch, zoals de kniepees, worden vernietigd en vroegtijdig perifeer gecoloniseerd ; het centrum wordt slechts later vernietigd en door fibroblasten gecoloniseerd ; het gebeurt ook onregelmatig.

— consolidatieperiode van de 2de tot de 5de maand, gekenmerkt door de reconstructie van een dichte collage trama en door de reoriëntatie van de trama. Deze is homogeen en bestaat uit evenwijdige vezels in de faciatransplantaten.

De trama is niet homogeen in de peestransplantaten met perifeer een constant nodulair aspect en in het centrum goed georiënteerde vezels, maar gescheiden door vrkalkte of granulomateuze haarden.

In de ligamenttransplantaten ziet men een tussenstadium tussen de 2 vorige aspecten.

De gemiddelde, broze bindweefsels blijken het beste materiaal voor de ligamentoplastie ; de pees geniet geen voorkeur.

### SUMMARY

*J. N. KUHLMANN, J. LUBOINSKI, M. MIMOUN, L. ORCEL, S. BAUX. Reconstruction of the medial collateral ligament of the knee in rats, using a free autogenous transplant of fascia lata, ligament or tendon.*

After resecting the lateral collateral ligament of the knee in 56 male mature rats, the authors replaced it by an autogenous transplant of the same size, made of fascia lata, ligament or patellar tendon. The authors then studied this transplant after an evolution of 2 days to 5 1/2 months. This lapse of time can be divided into three stages :

- an initial stage (first week), marked by transplant necrosis and acute inflammation.
- an early stage (from the second to the fourth week), which shows the migration of the cells from the host to the transplant and the rebuilding of collagen fibers.

Tissues with a loose, extensible, but weak texture, such as the fascia lata, are totally colonized by the fibroblasts. Tissues with a dense, strong, but less extensible texture, as the patellar tendon, are soon destroyed and recolonized at the periphery, whereas their center is destroyed and recolonized by fibroblasts later and more irregularly.

— a late phase of consolidation (from the second to the fifth month), which shows the rebuilding of a dense collagen network and its reorientation. In fascia lata transplants, this new collagen is homogeneous and is made of parallel bundles. In tendon transplants, the network is not homogeneous. It has a persistent nodular aspect at the periphery and well-orientated bundles, separated by calcified or granulomatous foci at the center. In the case of ligament transplants, the new collagen network shows an intermediate aspect between the two described above. The weakest regular connective tissues are the best for ligamentoplasties, and tendons are the worst.